

Mikko Karlsson

Manipulaattorin ohjaaminen

Case Festo Oy

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.03.2013

Tekijä(t) Otsikko	Mikko Karlsson Manipulaattorin ohjaaminen
Sivumäärä Aika	37 sivua + 10 liitettä 27.03.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Kappaletavara-automaatio
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Tuominen Head of Customer Solutions Tero Viitanen
<p>Tämä insinöörityö käsittelee Feston YZ-liikensuunnissa toimivan manipulaattorin ohjausta kahdella eri automaation tasolla. Eri tasoilla haluttiin simuloida Feston järjestelmän hallittavuutta ja käyttöönoton yksinkertaisuutta. Työ tehtiin olemassa olevalla järjestelmällä joka on rakennettu Feston tiloissa olevaan demokaappiin. YZ-manipulaattori kuvaa kappaleautomaatiojärjestelmässä olevaa kappaleenkäsittelylaitteistoa. Työhön kuului lisäksi erilaisia demokaapin ehostustehtäviä. Muutoksia tehtiin käytön helpottamiseksi sekä käyttöturvallisuutta lisättiin.</p> <p>Työssä suunniteltiin Feston henkilökuntaa palveleva ohjeistus, jonka avulla YZ-manipulaattoria ohjataan CPX-CMXX-ohjausmoduulilla. Demokaapin ehostukseen kuului komponenttilisäyksiä, kiinnitystelineiden suunnittelu ja asennus sekä käyttöturvallisuuden parantaminen.</p> <p>Työllä saavutettiin YZ-manipulaattorin ohjaamiseen tarkoitettu ohjeistus, sekä valmis konfiguraatiopaketti järjestelmään. Demokaappiin tehdyt ehostukset olivat halutunlaiset ja helpottavat jatkossa työskentelyä.</p>	
Avainsanat	manipulaattori, ohjausmoduuli, servokäyttö

Author(s) Title	Mikko Karlsson Controlling of manipulator
Number of Pages Date	37 pages + 10 appendices 27.03.2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	Manufacturing Automation
Instructor(s)	Timo Tuominen, Lecturer Tero Viitanen, Head of Customer Solutions
<p>This thesis presents Festo's YZ-Of motion manipulator that functions in two different automation layers. The goal was to simulate the controllability and the simplicity of the implementation in two different layers of automation. Festo offered the working space for this thesis and the work itself was done with the existing system, also supplied by Festo. The YZ-manipulator demonstrates the manufacturing sorting setup. Updates to demonstration cabinet were made to improve user experience and user safety.</p> <p>A manual for the CPX-CMXX-control block that controls the YZ-manipulator was also created to serve Festo personnel. The demonstration cabinet update included component updates, rack assemblies and working safety improvements.</p> <p>A manual and ready-to-use configuration were created during this thesis. Improvements with the demonstration cabinet were in accordance with Festo's wishes and ease the deployment.</p>	
Keywords	manipulator, control block, servo drives

Sisällys

1	Johdanto	1
	Festo Oy	1
2	Automaatio teollisuudessa	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Festo Oy:n automaatoratkaisut	3
2.2.1	Lautasten lavaus -manipulaattori	4
2.2.2	DART-venttiilin ohjaus DFPI-toimilaitteella	5
3	Kappaleenkäsittelyjärjestelmä	8
3.1	Ohjausjärjestelmä	8
3.2	Kenttäväylät	9
3.2.1	Profibus	9
3.2.2	CAN-väylä	11
3.3	Hajautettu ohjausjärjestelmä	11
3.3.1	CPX-terminaali	12
3.3.2	CPX-CMXX-ohjausmoduuli	13
3.4	Manipulaattori	14
3.4.1	Servojärjestelmä	15
3.4.2	Lineaarimoduulit	17
4	Demokaapin ehostus	19
4.1	Lähtötilanne ja ongelman kuvaus	20
4.2	Muutoskohteet	20
4.3	Ratkaisut	20
5	Manipulaattorin ohjaaminen	26
5.1	Laitteiston käyttöön tutustuminen	26
5.2	Käyttöönotto	27
5.2.1	Servovahvistimen konfigurointi	28
5.2.2	CPX-CMXX-ohjausmoduulin konfigurointi	30
5.2.3	CECX-X-M1-liikkeenohjaimen konfigurointi ja ohjelman lataus	32
5.3	Käyttöohjeiden laatiminen	36
6	Yhteenveto	37

Liitteet

Liite 1. PositioningDrives-dokumentti

Liite 2. Käyttöohje

1 Johdanto

Insinöörityöni aiheena oli tutkia YZ-liikesuunnissa toimivan manipulaattorin ohjausta Feston CPX-CMXX-ohjausmoduulin sekä CECX-X-M1-liikkeenohjaimen avulla. Tutkimuksen pohjalta tavoitteena oli luoda CPX-CMXX-ohjausmoduulin käyttöohje. Tämän käyttöohjeen tarkoituksena on antaa laitteiston käyttäjälle edellytykset YZ-manipulaattorin ohjaamiseen automaattisesti ja manuaalisesti sekä tutustua uuteen teknologiaan, jota CMXX-ohjausmoduuli pitää sisällään.

Manipulaattori on servokäyttöillä toimiva lineaarijohdejärjestelmä, jolla saadaan aikaan haluttua liikettä sille määrätyissä suunnissa. Ohjaukseen tarvitaan yleensä ohjelmoitava logiikka tai jokin muu servokäyttöjä ohjaava laite. Tässä työssä automaation korkeinta ohjaustasoa simuloi CECX-X-M1-liikkeenohjain ja CPX-CMXX-ohjausmoduuli hoitaa varsinaisen liikkeenohjauksen.

Työn toisena osana kunnostettiin Feston tiloissa oleva demokaappi käyttäjäystävällisemmäksi. Demokaappi sisältää YZ-manipulaattorin sekä erinäisiä Feston automaatio- ja paineilmalaitteita. Demokaappi on testaus ja esittely tarkoitukseen rakennettu ja se on henkilökunnan vapaassa käytössä. Demokaappi muuntuu tilanteiden mukaan aina käyttäjän vaatimuksiin soveltuvaksi, kuitenkin pääkohtien pysyessä samana. Työssäni demokaappiin tehtiin pysyviä muutoksia, joilla edistetään kokonaisuuden selkeyttä.

Festo Oy

Festo AG & Co KG on vuonna 1925 perustettu saksalainen automaatiotuotteita valmistava perheyrius. Pääkonttori sijaitsee Saksassa Esslingenissä, ja tytäryhtiöitä on 60 eri maassa. Festo Oy on konsernin suomalainen tytäryhtiö, joka on toiminut Suomessa vuodesta 1977.

Alunperin Festo valmisti puunkäsittelyyn tarkoitettuja työkaluja. Vuonna 1957 alettiin valmistaa paineilmatuotteita, joita ovat sylinterit, venttiilit ja oheistuotteet. Vuosien varrella Festosta on kehittynyt yksi maailman johtavista automaatioteknologian toimittajista ja kouluttajista.

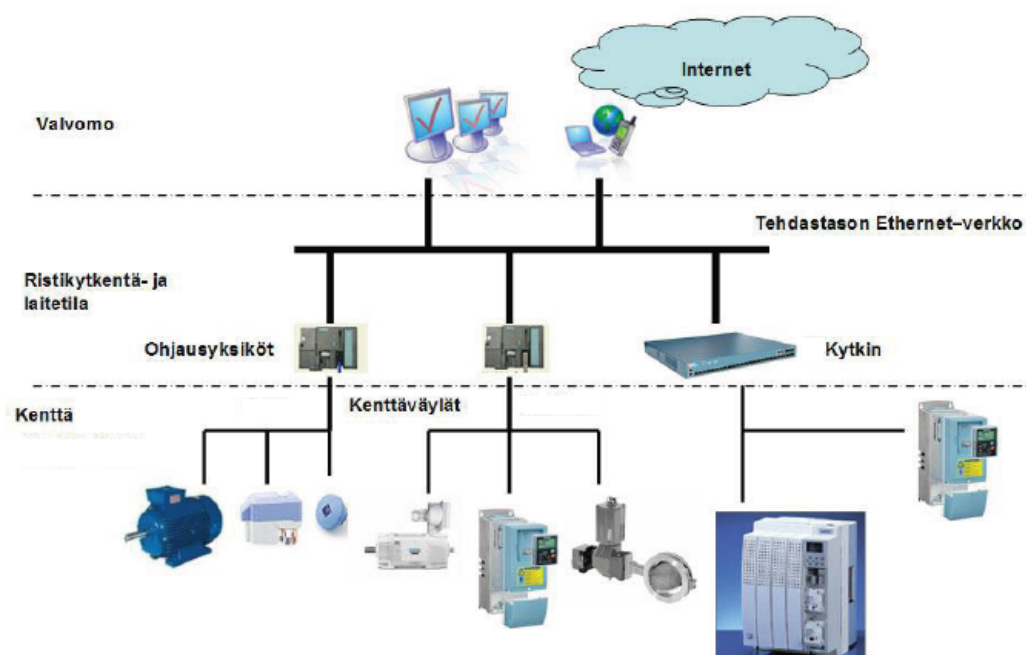
Konsernin tavoitteena on tarjota asiakkailleen paras mahdollinen kilpailukyky tehdas- ja prosessiautomaatiossa. Festo tarjoaa niin kokonaisratkaisuja kuin yksittäiskomponentteja lähes mille tahansa teollisuuden alalle.

Festo Didaktikka tarjoaa erilaisia opetusalan laitteita, koulutusta ja tukea teollisuustuotannon yrityksille ja kouluille. Tästä syystä Feston tuotteita ja kokonaisuuksia näkeekin usein peruskouluissa, ammattikouluissa sekä ammattikorkeakouluissa. [1]

2 Automaatio teollisuudessa

2.1 Yleistä

Automaatio tarkoittaa erityisesti automaattisesti toimivien koneiden ja laitteistojen muodostamaa kokonaisuutta. Automaatiota käytetään järjestelmien ohjaukseen ja tiedonsiirtoon eri laitteiden välillä niin, että koko järjestelmä toimii yhtenä isona kokonaisuutena. Tehtaan automaatiojärjestelmän kuuluu yleisesti valvomo, ristikytkentä- ja laitetila sekä kentälaitteet (Ks. kuva 1). [2, s. 5]



Kuva.1 Tyypillinen tehtaan automaatiojärjestelmän hierarkiakuva

Automaation tunnusomaisia piirteitä ovat eri työvaiheiden yhdistäminen yhden tai useamman laitteiston välillä, tuotantoprosessien automaattinen säätely, valvonta sekä tietokoneiden käyttö kokonaisuuden hallinnassa. Automaatio soveltuukin samankaltaisia toistoja vaativiin sovelluksiin parhaiten, mutta usein automaatiolla voidaan tarkoittaa myös pelkästään automaattisia valvonta- tai säätöjärjestelmiä.

Automaation pääosa-alueet jaetaan tehdas- ja prosessiautomaatioon. Tehdasautomaatiolla tarkoitetaan kokonaisuuksia, joissa toimii erilaisia automaattisia siirtimiä, leikkureita, robotteja sekä manipulaattoreita. Prosessiautomaatio keskittyy lähinnä erilaisten prosessien valvontaan sekä toimintojen muokkaamiseen prosessille sopivalla tavalla.

Toimiva automaatiojärjestelmä vaatii paljon, sillä kaikkien järjestelmän laitteiden on oltava yhteensopivia toistensa kanssa. Kentällä olevat anturit ja toimilaitteet kommunikoivat ohjausyksikköjen kanssa, jotka taas valvovat niille annettua tehtävää ja muokkaavat kenttälaitteiden toimintoja halutunlaisiksi. [2, s. 5]

Automaatio yleistyy eri tekniikan aloilla huimaa vauhtia, ja tällöin myös ihmisiä pystytään siirtämään vaikeista ja vaarallisista työolosuhteista turvallisempiin töihin. Ihmiset voivat ajatella koneiden vievän heidän työnsä, mutta tarkkuutta, suuria nopeuksia ja massoja sisältävät tehtävät ovat erilaisille koneille suotuisia. Koneiden ylläpito ja kunnossapito on kuitenkin tärkeää toimivassa järjestelmässä, jolloin ihmistyön arvo on suurta ja välttämätöntä. [3, s. 5-6]

2.2 Festo Oy:n automaatiotratkaisut

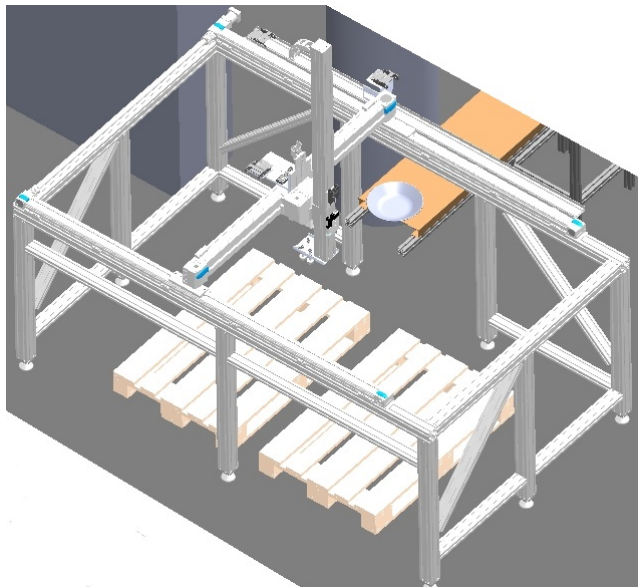
Festo haluaa olla kokonaisautomaatiotoimittaja. Erilaisten manipulaattorien ja kokoonpanoratkaisujen tarjoaminen asiakkaalle helpottaa heidän työtään. Feston valikoimaan kuuluu automaatiotuotteita niin peruspaineilmatekniikasta aina servokäyttöihin asti, unohtamatta ohjelmoitavia logiikoita ja konfiguroitavia terminaaliratkaisuja. Kokonaisratkaisujen lisäksi Festo pyrkii toimittamaan asiakkaille varaosia sekä tuotteita, joista on helppo koota omia ratkaisuja asiakkaan senhetkiseen tarpeeseen.

Festo toimii kappaleenkäsittelyjärjestelmien sekä prosessiohjauksien toimittajana eri teollisuuden aloille. Kappaleenkäsittelytoimialoja ovat muun muassa autoteollisuus, lääketeollisuus, elintarviketeollisuus, elektroniikan kokoonpanokokonaisuudet, turvajärjestelmät sekä mobiiliteollisuus. Prosessiautomaation toimialoja ovat erilaiset vesiprosessijärjestelmät, kaivos- ja jätteenkäsittelyprosessit. [4]

2.2.1 Lautasten lavaus -manipulaattori

Kappaleenkäsittelyesimerkkinä toimii lautasten siirtoon suunniteltu manipulaattori. Asiakkaan antamat lähtötiedot olivat numeeriset liittyen manipulaattorin käyttösuuntiin sekä liikutettavan kappaleen massa. Koska manipulaattorilta vaadittiin isoa työtilaa, valittiin malliksi H-portaali, joka onkin käytetyin manipulaattorimalli teollisuudessa. Asiakkaan tarve oli siirtää lautanen hihnalta, josta lautanen tulee valmiiksi keskitettynä ja lavataan pakkauslavalle. Nopeusvaatimus oli 3 sekuntia yhden lautasen siirtoon ja toistotarkkuus noin 5 mm.

Feston ratkaisu asiakkaan tarpeeseen koostui XYZ-liikesuunnissa toimivasta manipulaattorista ja ohjauskoteloista sisältäen servovahvistimet, ohjauspaneelin sekä muut tarvittavat komponentit. Tarttujana toimii imukuppi, jolla lautasesta saadaan ote alipainetekniikalla (ks. kuva 2).



Kuva 2. 3D-piirros H-portaalimallisen manipulaattorin kokonaisuudesta

Feston ratkaisu sisälsi peruskomponenteista kasatun XYZ-manipulaattorijärjestelmän, jossa kaikki liikesuunnat toimivat hammashihna-akseleilla voimantuottajinaan servomoottorit. Jokaiselle servomoottorille oli luonnollisesti oma servovahvistin. Kokonaistoimitukseen kuului myös rakenteen dokumentaatio, johon kuului työpiirustukset, sähkö- ja layoutkaaviot sekä kenttäkaapeleiden kytkentäkuvat. Kokoonpano tehtiin Feston omissa tiloissa Vantaalla Customer Solution -osastolla, jossa manipulaattori myös testattiin. Ohjelmointia ei kuitenkaan tehty Feston toimesta, vaan se jäi osaksi asiakkaan varsinaista käyttöönottoa (ks. kuva 3).



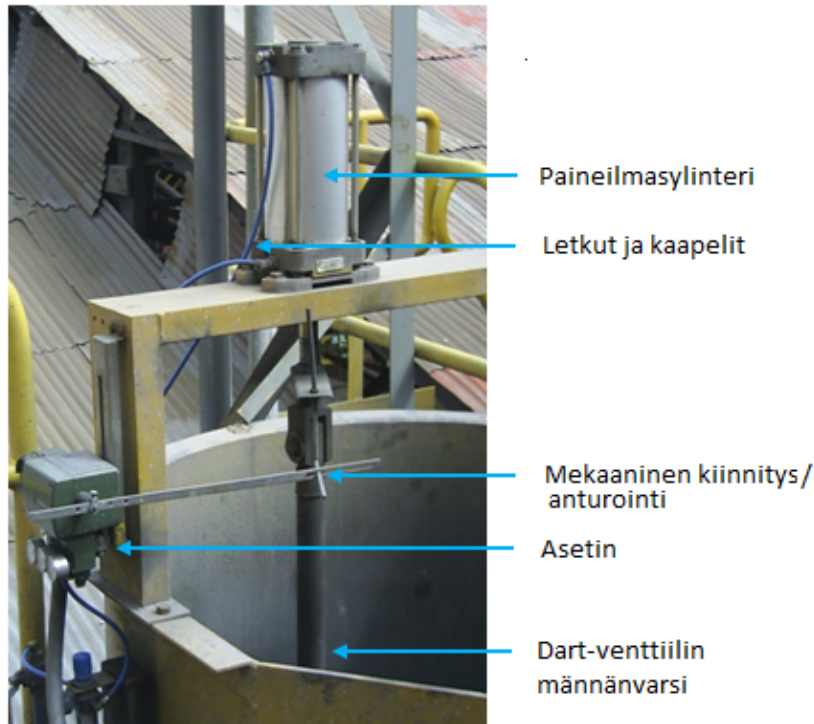
Kuva 3. XYZ-manipulaattori asiakkaan tiloissa.

2.2.2 DART-venttiilin ohjaus DFPI-toimilaitteella

Mineraalivaahdotus on yksi yleisemmistä tavoista erottaa arvomineraali kaivoksen tuottamasta malmista. Vaahdotus on vaikeasti hallittava prosessi ja vaatii vakaat toimilaitteet, jotta prosessi toimii oikealla tavalla. Vaahdotuksessa luonnosta louhittu malmi kulkee murskaimen sekä myllyjen kautta vaahdotuskennoon, jossa ilman, veden, mineraalien ja kemikaalien avulla siitä saadaan erotettua arvomineraalit.

Vaahdotuskennon pinnansäätö tapahtuu kennon pohjassa olevan DART-venttiilin avulla, joka säätelee sinne syötettävien aineiden määrää. Ongelmaksi on muodostunut ulkoisten tekijöiden vaikutus pinnansäätöön, sillä erilaiset mekaaniset anturit ovat herkkiä ulkoisille rasituksille. DART-venttiilin toiminta vaikuttaa suuresti rikastamisen tulokseen ja tällöin koko prosessiin (ks. kuva 4). [4]

Perinteinen järjestelmä

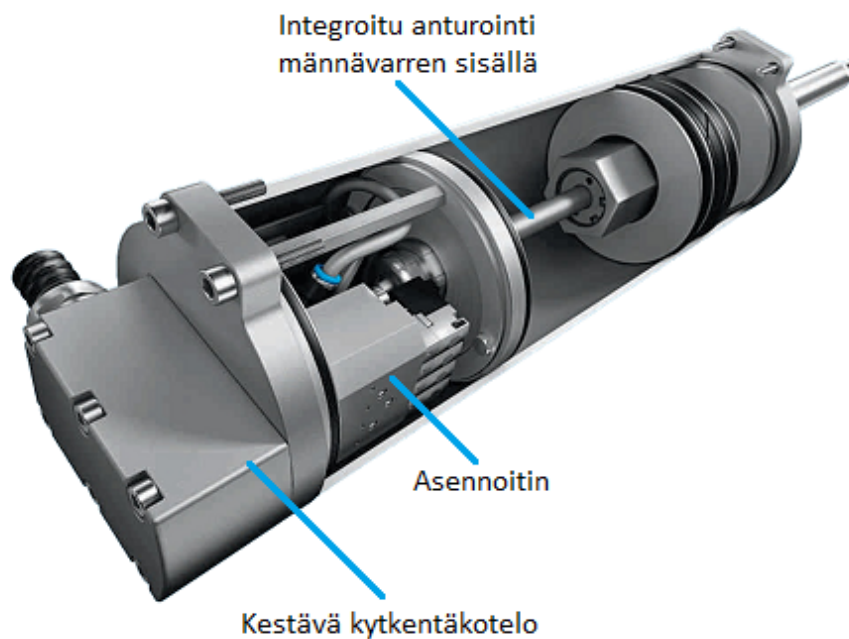


Kuva 4. Perinteinen DART-venttiilin ohjausjärjestelmä

Feston ratkaisu vanhan, helposti vahingoittuvan ja epätarkan järjestelmän tilalle on lineaarinen toimilaite DFPI. DFPI-toimilaitteen peruseräite liittyy kotelon sisään integroitujen toimintojen käyttämiseen. Kaikki komponentit löytyvät kotelon sisältä ja kotelo on iskujen ja korroosion kestävä. Vaahdotuskennon pinnankorkeudensäätöä varten Festo on kehittänyt kaksi erilaista DFPI-mallia.

Ensimmäinen vaihtoehto on täysin Feston komponenteista koostuva DFPI-toimilaite, johon on integroitu kotelon sisään itse sylinteri, asennointi sekä anturointi. Tällöin saadaan tarkat arvot siitä, missä kohtaa sylinteri on ilman ulkopuolisia häiriötekijöitä. Koska kaikki komponentit ovat integroituja, on DFPI:n kestävyys taattu. Ohjaus tapahtuu 4 – 20 mA virtaviestein (ks. kuva 5).

Toinen vaihtoehto on DFPI-toimilaite, joka sisältää muuten samat komponentit kuin perusmalli, mutta asennoittimena toimii Siemens Sipart 2. Tämä kokoonpano tarjoaa kenttäväyläohjausmahdollisuuden joko Profibus PA:n tai Fieldbus Foundation FF:n avulla. [4]



Kuva 5. DFPI:n poikkileikkauskuva

DFPI:tä on mahdollista saada useilla eri halkaisijakokoluokilla ja iskunpituus on itse määriteltävissä. Lisäksi Festo tarjoaa ohjauspiiriin Fail Safe -toiminnon. Fail safe -toiminto sisältää komponenttikaapiin, jonka avulla voidaan häiriötilanteessa ilman sähkönsyöttöä ajaa DART-venttiili käsiohjauksella haluttuun asentoon. Tällä tavalla turvataan prosessin vakaana pitäminen tai sen pysäyttäminen (ks. kuva 6). [4]



Kuva 6. DFPI-toimilaitteita käytännössä mineraalivaahdotusprosessissa

3 Kappaleenkäsittelyjärjestelmä

Kappaleenkäsittelyjärjestelmiä löytyy teollisuudesta monista eri käyttötarkoituksista. Tavallisesti järjestelmät ovat jonkin kappaleen siirtoon tarkoitettuja kokonaisuuksia tai sitten raaka-aineesta tuotteeksi muodostavia kokoonpanolinjoja. Erilaiset kuljettimet, robotit, lineaarimoduulit ja manipulaattorit kuuluvat kokonaisuuksiin. Kappaleenkäsittelyjärjestelmä voi myös olla pelkkä hihna, joka vie tavaran paikasta A paikkaan B.

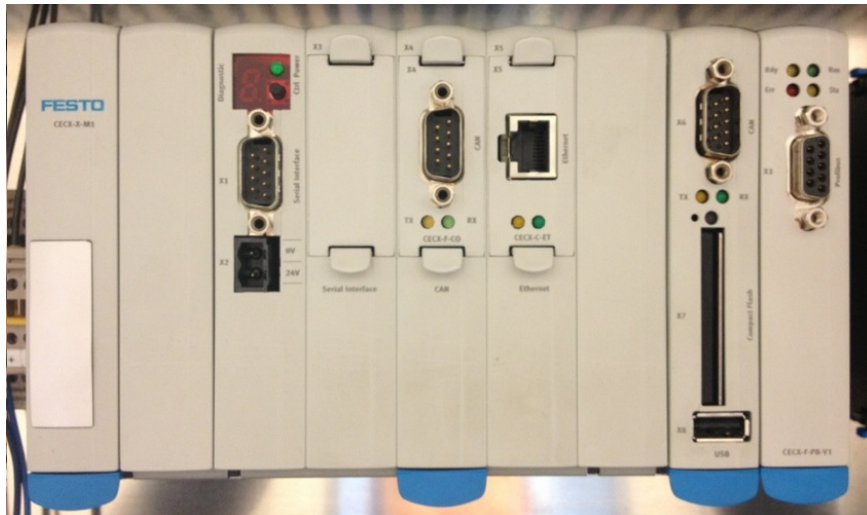
Teollisuuden muuttuessa automaattisemmaksi ja järjestelmien suurentuessa on tärkeää pystyä muokkaamaan järjestelmää vaivattomasti ja ilman pitkiä seisokkeja. Tästä työstä käykin selväksi Feston eräänlaisen kappaleenkäsittelyjärjestelmän käyttöönoton helppous sekä modulaarisuus. [3, s. 24]

3.1 Ohjausjärjestelmä

Manipulaattorin ohjausjärjestelmän ns. aivoina toimii Feston CECX-X-M1-liikkeenohjain, johon on liitetty Profibus-kortti CECX-F-FB-V1. Liikkeenohjain suorittaa

käskytyksen sekä pyynnöt, mihin manipulaattoria ajetaan. Liikkeenohjain on rakennettu modulaariseksi, joten siihen on helppo liittää lisäkortteja tarvittaessa (ks. kuva 7).

Logiikkaohjelmointiin käytetään saksalaista Codesys-ohjelmointiympäristöä. Se on suunniteltu kattavaan logiikkaohjelmointiin ja kaikissa logiikoita sisältävissä automaatiosovelluksissa käytettäväksi. Varsinaista ohjelmointia ei työssä suoriteta, vaan ohjelmakirjasto otetaan valmiina Feston training module -ympäristöstä. [5, s. 2]



Kuva 7. CECX-X-M1- liikkeenohjain, oikealla laidassa kenttäväyläkortti CECX-F-PB-V1

3.2 Kenttäväylät

Kenttäväylä on automaatiojärjestelmän osa, jonka avulla tiedonsiirto tapahtuu järjestelmään kuuluvien laitteiden välillä. Se mahdollistaa erilaisten kenttälaitteiden integroinnin kokonaisjärjestelmään. Käsitteenä kenttäväylä ei ole vielä täysin selkeä, mutta pääosin se koostuu digitaalisuudesta, sarjamuotoisuudesta ja kaksisuuntaisesta kommunikoinnista. Väylätekniikka on oma tietoliikenneprotokollansa, joka mahdollistaa mittaukset ja säädöt prosessitasolla. Sen päätarkoitus on kuitenkin yhdistää ohjelmoitavat logiikat (PLC) sekä kenttälaitteet toisiinsa. [6, s. 2]

3.2.1 Profibus

Profibus (processed fieldbus) on saksalainen IEC 61158 / IEC 61784 -standardiin perustuva avoin kenttäväyläjärjestelmä. Profibus on etupäässä Profibus-organisaation sekä Siemensin kehittämä, ja se onkin Euroopan käytetyin kenttäväyläratkaisu. PLC-verkkojen yhdistäminen etäisiin toimilaitteisiin on Profibus-kenttäväylän yleisin

käyttötarkoitus, mutta se soveltuu myös prosessin säätöön ja datan keräykseen. Profibus perustuu Token Bus -periaatteeseen, jossa kaikille laitteille on annettu osoite Profibus-väylässä. Väylään kuuluu master-yksikkö, joka yleensä on PLC sekä kenttälaitteet, jotka toimivat slave-yksikköinä. Master-yksikkö lähettää kyselyn väylään ja slave-yksikkö vastaa, jos sillä on viesti master-yksikölle. Mikäli slave-yksikkö ei vastaa, kysely kulkee seuraavaan laitteeseen. [6, s. 7]

Profibus jaetaan kahteen osaan. Profibus DP on nopea yleiskäyttöinen viestintäväline eri laitteiden välillä. Toinen osa, Profibus PA, on suunniteltu lähinnä prosessiautomaation käyttöön. Molemmat käyttävät samaa tiedonsiirtoprotokollaa, mutta PA mahdollistaa sähkönsyötön suoraan väylästä laitteille. Tämä ominaisuus mahdollistaa Profibus PA:n käytön räjähdysvaarallissa tiloissa. Profibus-väylän tiedonsiirto tapahtuu yleisesti kaksinapaista parikierrettyä kuparikaapelia pitkin. Parikaapelissa data kulkee kahden johtimen avulla, joita ympäröi metallinen häiriötä estävä suojavaippa. Yleisemmät liittimet ovat 9-napainen D-liitin tai M12-liitin, mutta kaapelit voi kytkeä myös suoraan laitteen liittimiin (ks. kuva 8). Kaapelin kummassakin päässä on päätevastukset, jotka löytyvät liittimistä tai laitteista. Näiden tulee olla aktivoituna ensimmäisessä ja viimeisessä laitteessa, jotta järjestelmä toimii. Profibus-väylä kykenee kommunikoimaan syklisesti sekä asyklisesti, jolloin se on hyvä ratkaisu niin tuotanto- kuin prosessiautomaatiosovelluksiin. [8, s. 367]



Kuva 8. Profibus D-liitin sekä tuleva ja lähtevä profibus-kaapeli.

3.2.2 CAN-väylä

CAN-väylä (Controller Area Network) on alun perin ajoneuvoihin kehitetty väyläjärjestelmä. CAN-väyläratkaisuja on sovellettu mm. kallioporauslaitteiden ja metsäkoneiden ohjaukseen. Nykypäivänä automaatio-sovelluksiin otettu CAN-väylä ohjaa hissejä, lämpö- ja ilmastointijärjestelmiä sekä yleisesti tehdasautomaation laitteistoja. [9, s. 8]

CAN-väylä on viestipohjainen tiedonsiirtoprotokolla, jossa yksittäisellä laitteella ei ole omaa osoitetta, mutta jokaisella viestillä on tunnistenumero. Jokainen laite CAN-väylässä pystyy lähettämään viestejä sekä vastaanottamaan niitä. Viestin sisältö määrittää valtaosan laitteen toiminnasta. Viesti sisältää yksilöidyn tunnisteen, joka määrittää sen sisällön ja prioriteetin. Tilanteessa, jossa usea laite lähettää viestin samaan aikaan, on suurimman prioriteetin omaavan laitteen viesti ensimmäinen.

Teollisuudessa käytettävä CAN-väylän ulkomuoto vastaa nopeasti katsottuna Profibus-väylää, mutta kaapelissa on 4 johdinta, jolloin erillinen sähkönsyöttö laitteille on myös mahdollista. Kuitenkaan kaikki laitteet eivät aina tue sähkönsyöttöominaisuutta. [10]

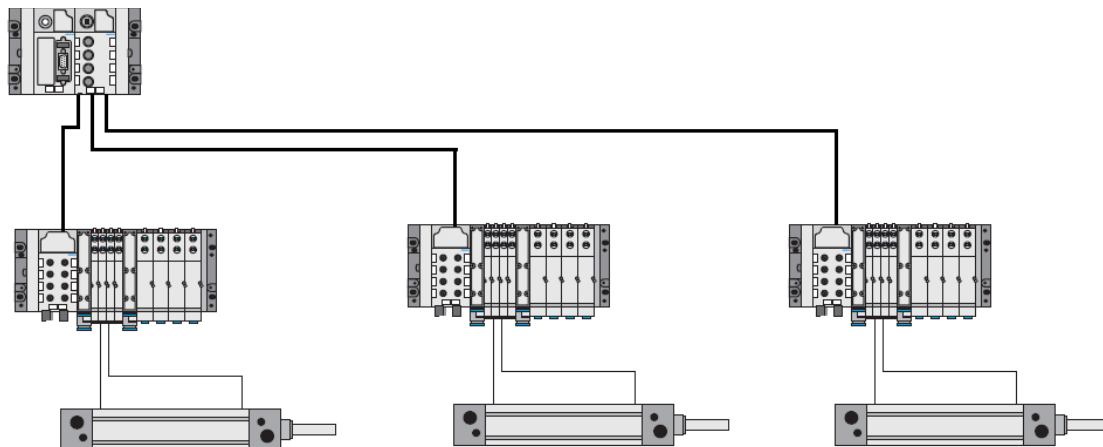
3.3 Hajautettu ohjausjärjestelmä

Työssä käytetään Feston hajautettua ohjausjärjestelmää. Ideologia perustuu helposti muutettavaan järjestelmään, jossa jokaisella terminaaliin liitettävällä moduulilla on älyä. Hajautettuna ohjausjärjestelmänä toimii CPX-terminaali.

Hajautetun ohjausjärjestelmän etu on omissa moduuleissa oleva äly, joiden avulla automaation ylimmän kerroksen PLC-laitteisto hoitaa pelkän käskytyksen ja moduuli itsessään sille tarkoitetun tehtävän. Tällöin on mahdollista ohjata omassa toimilohkossa olevaa kenttälaitetta terminaalin avulla, joten sen pois pudottaminen ei sotke prosessia (ks. kuva 9).

Hajautettu ohjausjärjestelmä on hintavampi kun perinteinen suora PLC-ohjaus. Muunneltavuuden kannalta se on kuitenkin hyvä vaihtoehto, varsinkin suurissa järjestelmäkokonaisuuksissa, jotka eivät siedä seisokkeja. Vaihtoehtona olisi perinteinen PLC-ohjelmalla toimiva järjestelmä, jossa isot tehot vaativa PLC

toteuttaisi kenttälaitteohjaukset suoraan I/O:n avulla, jolloin uusien toimintojen lisäys tai poistaminen on vaativampaa ja PLC-ohjelman muutokset välttämättömiä. [4]

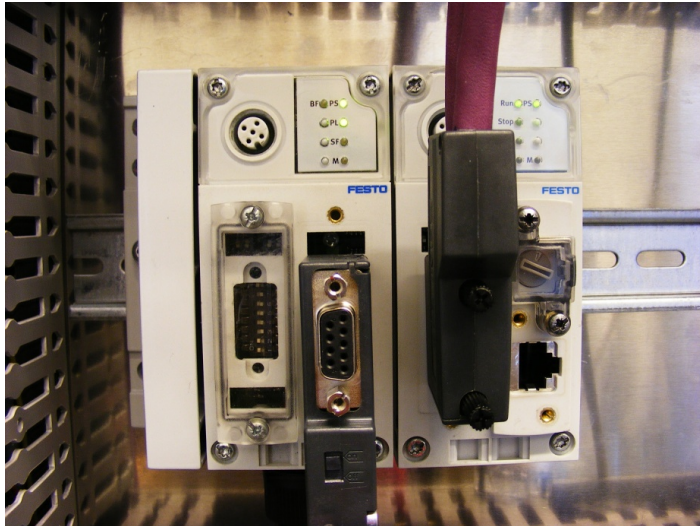


Kuva 9. Toimilaitteet jaettu omiin lohkoihin CPX-terminaalin avulla.

3.3.1 CPX-terminaali

CPX-terminaali on monipuolinen alusta erilaisille elektronisille moduuleille sekä venttiiliterminaalikäyttöön. CPX-terminaali on modulaarisesti suunniteltu, joten siihen on helppo lisätä ja poistaa moduuleita. Erilaisia kokoonpanoratkaisuja on paljon, ja moduuleita on helppo integroida keskenään. CPX tukee yleisimpiä kenttäväylätekniikoita, joita ovat Profibus DP, Profinet, Interbus, DeviceNet ja CANopen.

CPX-terminaali voidaan jo tilausvaiheessa konfiguroida haluttuun tarkoitukseen ja sen saa valmiina pakettina suoraan tehtaalta. CPX-CEC-C1- tai CPX-CEC-M1-moduulien avulla voi CPX-terminaalia käyttää PLC-masterina, joka toimii Codesys-ohjelmointiympäristössä. Kenttäväylämoduulien avulla voi CPX-terminaalista tehdä kenttäväylä-slaven, jolloin I/O-moduulit vain lisätään terminaaliin. Erilaiset venttiilimallit ovat helposti konfiguroitavissa CPX-terminaaliin, josta yleisemmin käytetty nimi CPX-venttiiliterminaali juontaa. Tässä työssä käytettävällä CPX-CMXX-moduulilla on mahdollista ohjata manipulaattoreita tai yksittäisiä lineaarijohteita. PLC:ltä tuleva tieto kulkee Profibus-väylää pitkin Profibus-moduulille CPX-FB13, jonka jälkeen ohjausmoduuli CPX-CMXX lukee tiedon ja lähettää sen CAN-väylää pitkin servovahvistimelle (ks. Kuva 10). [11, s. 2-7]



Kuva 10. Vasemmalla puolella CPX-FB13 sekä Profibus-väyläliitin ja oikealla CPX-CMXX-ohjausmoduuli sekä CAN-väyläliitin.

3.3.2 CPX-CMXX-ohjausmoduuli

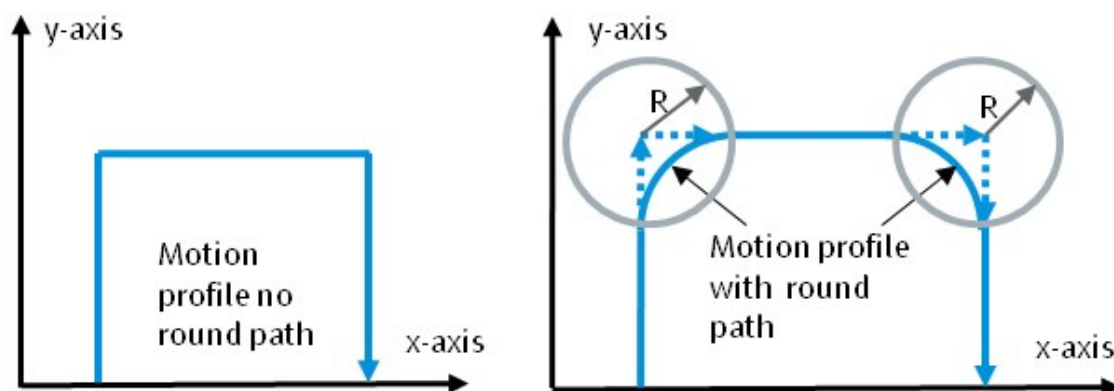
Työssä käytämme CPX-terminaaliin liitettävää CPX-CMXX-ohjausmoduulia (ks. kuva 11). Ohjauslohkona toimiva moduuli on tarkoitettu yksittäisten tai useimpien lineaarijohteiden ohjaamiseen. Ohjausmoduulilla on mahdollista ohjata kahta neljästä lineaarijohteesta koostuvaa manipulaattoria, jotka mahdollistavat liikesuunnat X,Y,Z ja R. Kinematiikkavaihtoehdot ovat täten 2-akselisessa kokoonpanossa X-Z / Y-Z / X-Y ja 3-akselisessa kokoonpanossa X-Y-Z. Lisäksi on mahdollista lisätä pyöritysliike R esimerkiksi tarttujaa varten.



Kuva 11. CPX-CMXX-ohjausmoduuli. Konfigurointi tapahtuu Ethernet-liittymän avulla.

Toisin kuin suorassa logiikkaohjatussa manipulaattorikokoonpanossa, voidaan CPX-CMXX-moduulin avulla ohjata liikettä Synchronised Point to Point (PtP) -tapaan (ks. kuva 12). Synchronised PtP tarkoittaa aikainterpoloitua liikkeenohjausta, jossa maali saavutetaan samaan aikaan jokaisella liikkeellä. Moduuli onkin älykäs, joten ei tarvitse käyttää aikaa PLC-ohjelman tekoon, joka suorassa logiikkakäytössä olisi välttämätöntä. CMXX-ohjausmoduuli sisältää sulautetun Codesys-ohjelmistolla tehdyn ohjauslohkon.

Moduulia on myös mahdollisuus käyttää gateway tarkoitukseen, joka tässä työssä onkin tärkeää. Tieto logiikalta tulee Profibus-kenttäväylää pitkin, jolloin CMXX-ohjausmoduuli muuntaa tiedon CAN-kenttäväylämuotoon. Siitä tieto kulkee servovahvistimelle, joka suorittaa servojen liikkeiden ohjauksen. [12, s. 2]



Kuva 12. Vasemmalla perinteinen liikkumistapa, oikealla CMXX-liikkeenohjausmoduulilla saavutettu liikeprofiili.

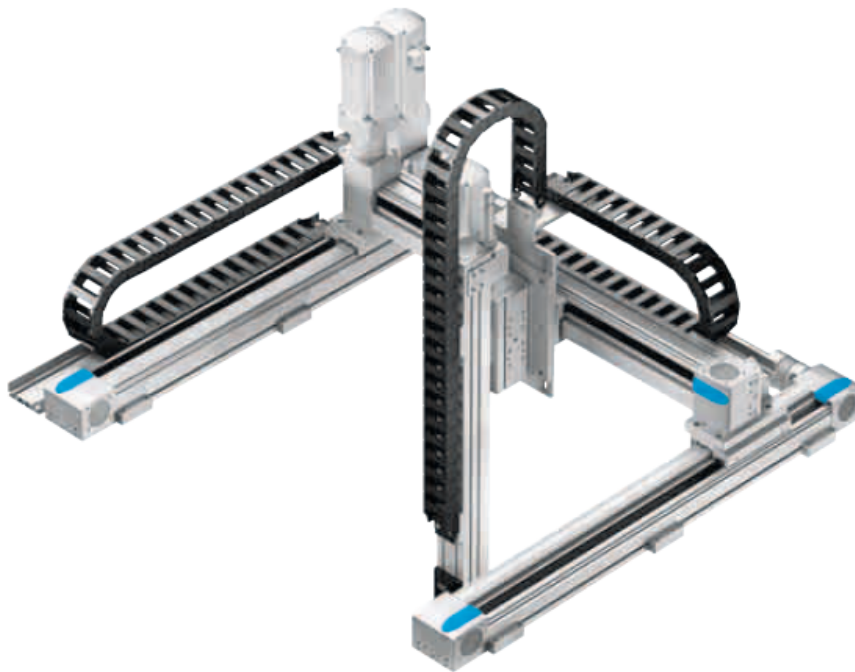
3.4 Manipulaattori

Manipulaattori, toiselta nimeltään portaalirobotti on yleisesti kolmiakselinen tarttujalla varustettu kappaleita liikuttava laite. Mahdolliset liikkumissuunnat ovat X-Y-Z-R, joilla ilmaistaan kahta eri vaakaliikettä, pystyliikettä sekä tarttujan pyörivää liikettä. Manipulaattori on teollisuudessa tarkoitettu suorittamaan yksinkertaisia tehtäviä, joita ovat kappaleiden siirto, kokoonpanotehtävät, koneiden syöttötehtävät ja varastoiminen. Manipulaattori soveltuu suorakulmaisia liikkeitä vaativiin tehtäviin, jotka voivat olla hyvin pitkiä. Manipulaattori koostuu ohjausjärjestelmästä, servovahvistimista, servomoottoreista, lineaarimoduuleista sekä oheistarpeista. [13, s. 306-307]

Festo tarjoaa monia erilaisia valmiita manipulaattoriratkaisuja asiakkailleen, pääasiassa teollisuuteen. Pyrkimyksenä on saada toimitettua valmis paketti, joka ei vaadi kuin

käyttöönoton tehtaalla. Järjestelmä sisältää ohjausmoduulit, lineaarimoduulit, ohjelmistot sekä oheiskomponentit (ks. kuva 13).

Mekatroniset liikeohjausratkaisut sisältävät yhteensopivan manipulaattori-kokonaisuuden alusta loppuun. Mekaanikan yhteensopivuus eri kokonaisuuksissa ja eri tasoissa sallivat järjestelmän helpon muuntamisen. Moniulotteiset ohjaustavat lineaarimoduuleilla sekä pyörivillä työyksiköillä tarjoavat työn suoritukseen nopeutta, tarkkuuta sekä säästöjä pidemmällä aikavälillä. Asianmukaisten rajapintojen lisäksi älykkäät komponentit tekevät ohjelmoinnista yksinkertaista ja helposti muokattavaa. [14, s. 4]

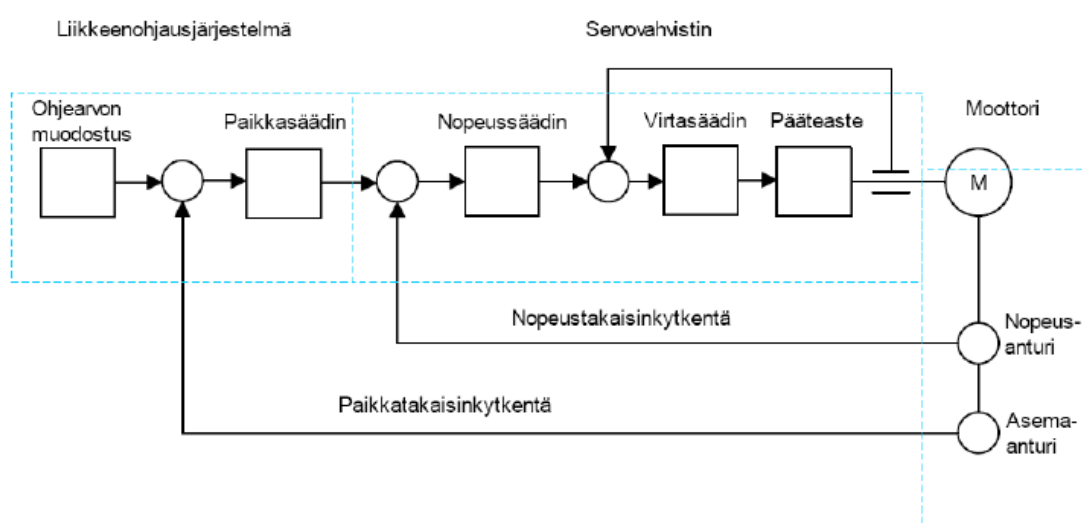


Kuva 13. Feston XYZ-manipulaattori

3.4.1 Servojärjestelmä

Servotekniikkaa on käytetty toisesta maailmansodasta lähtien hyödyntämään sotatekniikkaa nopeissa ja tarkkoissa sovelluksissa. Ensimmäiset teollisuuden sovellukset olivat prosessiteollisuuden venttiilit sekä konepajojen kopiotyöstökoneet. Servotekniikkaa käytetään nykyisin lähes kaikilla eri teollisuuden aloilla. Yleisimpiä käyttökohteita ovat teollisuuden työstökoneet, hiomakoneet, pakkaus- ja painokoneet, lävistys- ja laserleikkauskoneet, kuljetushihnat, manipulaattorit sekä robottisovellukset. [15, s. 7-8]

Servojärjestelmän ohjaava osa on servovahvistin, jonka päätehtävänä on syöttää servomoottorille sen tarvitsema virta. Servomoottorin malli määrää, millaista vahvistinta siinä voidaan käyttää, sillä erilaisia servomoottortyyppejä on monia. Servovahvistimen toimintaperiaate muistuttaa taajuusmuuttajaa. Servovahvistimella syötettävä vaihtojännite tasasuunnataan välijännitepiiriin ja asetetaan halutuksi. Välijännitepiirissä on jännitettä tasaavat kapasitanssit sekä ylijännitteen purkamiseen käytettävä vastus. Vastus toimii myös jarruvastuksena moottoria jarrutettaessa. Ohjaus tapahtuu vastaanottamalla servomoottorin asematiedot sen sisällä olevalta anturilta ja vertaamalla näitä annettuun asematietoon (ks. kuva 14). [15, s. 10]



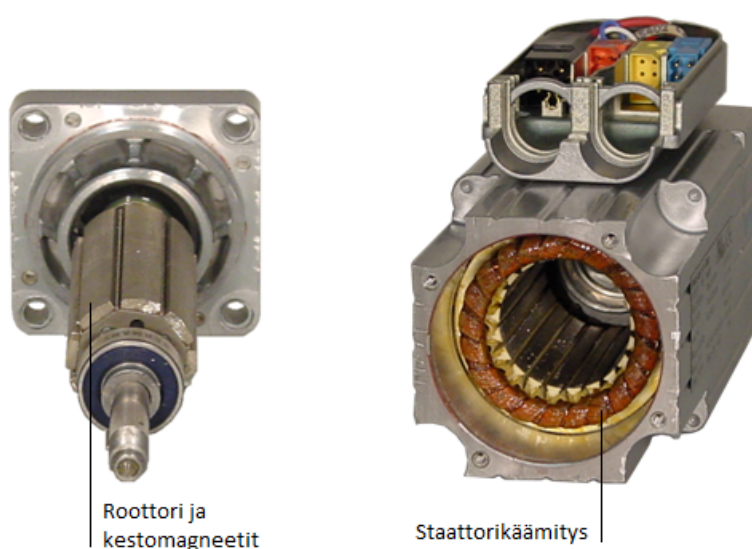
Kuva 14. Servovahvistimen toimintaperiaate.

Sähkövirran liike-energiaksi muuttavaa osaa kutsutaan servomoottoriksi. Servomoottorien käyttötarkoituksia on monia, jolloin myös erilaisille servomoottori tyypeille on käyttöä. Yleisimpiä malleja ovat mm. DC-servomoottorit, AC-servomoottorit ja Stepper-servomoottorit. Kyseisiä malleja on saatavana niin hiiliharjattomina kuin hiiliharjallisina.

Servomoottorin peruseriaate eroaa tavallisesta oikosulkumoottorista sen takaisinkytkennän takia. Servomoottorin sisään integroitu anturi antaa tiedon takaisin servovahvistimelle. Vahvistin ajaa servomoottoria sille annettujen käskyjen perusteella ja vertaa anturilta tulevaa paikkatietoa käskyyn. Kyseisen tekniikan avulla servomoottori on erittäin tarkka sekä nopea paikkoittumaan sille käskettyyn paikkaan. Työssä käytettävät moottorit ovat synkronisia AC-servomoottoreita. Synkronisella

servomootorilla tarkoitetaan sähkömoottoria, missä staattorin ja roottorin magneettikentät pöyrivät samassa suhteessa toisiinsa nähden.

AC-servomootorin perusrakenne on kestopagnetoitu hiiliharjaton moottori, joka muistuttaa tavallista kolmivaiheista vaihtovirtaokosulkumoottoria. Staattori on moottorin sisällä oleva rautasydän, jonka ympärille on tehty käämitys. Staattori pysyy paikallaan, koska se on istutettu moottorin runkoon sisäpuolelle. Moottorin akseli on kiinnitetty roottoriin, ja tämä akseli on laakeroitu moottorin runkoon, jolloin staattorin ja roottorin välissä on pieni ilmatila. Akseli välittää voiman moottorin ulkopuolelle, jolloin voima saadaan siirrettyä haluttuun toimilaitteeseen (ks. kuva 15). [16]



Kuva 15. Servomootorin rakenne

3.4.2 Lineaarimoduulit

Lineaarimoduuli, tutummalta nimeltään lineaarijohde, koostuu johteesta, johteen kiinnitysprofiilista sekä kelkasta. Lineaarinen liike saadaan aikaan aikaiseksi, kun johteen kelkka liikkuu lineaarisesti profiilin päällä. Johdekelkan liikkumistapa määräytyy lineaarijohteen toimintavasta. Lineaarijohteet ovat valmiita kompakteja kokonaisuuksia ja siksi ovatkin moneen käyttötärpeeseen soveltuvia. Työssä käytettävät lineaarimoduulit ovat hammashihnakäyttö sekä kuularuuvillakäytöllä toimiva johde. Molemmissa tapauksissa liike-energia johteelle saadaan servomootorista. Lineaarijohdetta ja servomootoria valittaessa on tärkeää huomioida niiden yhteensopivuus. Lineaarimoduulien mitoittamisessa on siis huomioitava kolme seikkaa:

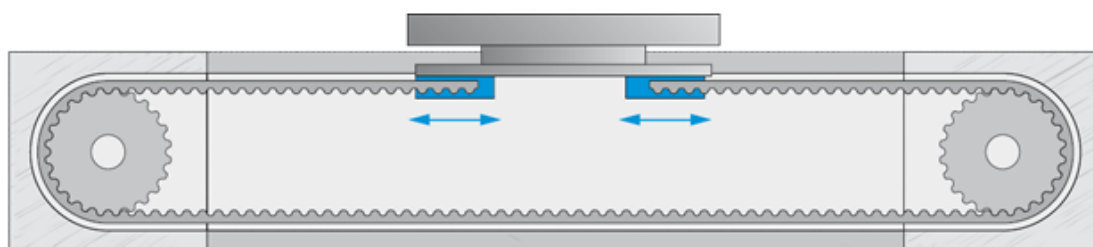
inertiasuhde, järjestelmän kyky tuottaa energiaa ja järjestelmän kyky vastaanottaa energiaa.

Inertiasuhteen määrittäminen on yksi tärkeimmistä tehtävistä valittaessa johteelle sopivaa moottoria. Sen avulla voidaan määrittää johteeseen kiinnitetyn massan sekä moottorin akselin inertiasuhde. Voidaan käyttää esimerkkinä ajoneuvoyhdistelmää, johon on mitoitettu liian pieni vetoauto ja suuri peräkärry. Tuloksena on tilanne, jossa peräkärry vie autoa. Vaihtoehtoisesti liian suuri vetoauto suhteessa pieneen peräkärryyn on turhan tehokas, jolloin hyötysuhde on huono.

Jos johdeyksikön liikuttama kuorma on liian suuri eikä järjestelmä kykyne hallitsemaan jarrutuksen tuottamaa energiaa, tapahtuu hallitsematon pysäytys, joka voi aiheuttaa järjestelmän vaurioitumisen. Toinen väärin mitoitettun järjestelmän tunnusmerkki on sen kykenemättömyys tuottaa haluttu kiihtyvyys lähtötilanteessa.

Hammashihna on ketjuperiaatteella toimiva voimansiirto, jossa hihna saadaan pyörimään johteen kummassakin päässä olevien hammaspyörien avulla. Kelkka on kiinnitetty hammashihnaan, jolloin servomoottorilta tuotu liike-energia hammaspyörälle saa aikaan lineaariliikkeen kulkassa (ks. kuva 16).

Lineaarimoduulissa olevan hammashihnan materiaali on yleisesti lasikuidulla vahvistettua kumia ja ulkopinta nylonkangasta. Feston hammashihna käytöllä voidaan saavuttaa jopa $\pm 0,08$ mm toistotarkkuus sekä 10 m/s nopeus. [16]

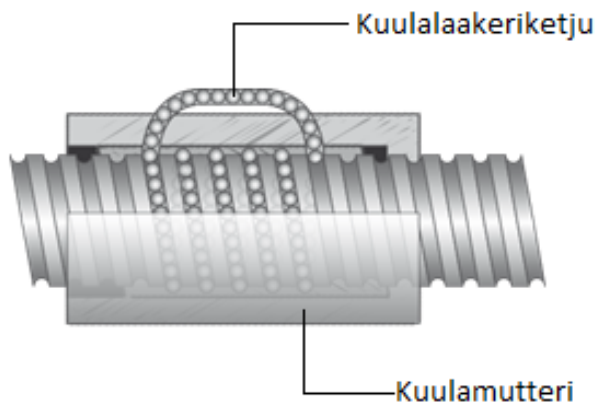


Kuva.16 Hammashihnakäyttöinen lineaarimoduuli

Yleisemmät lineaariset kuularuuvikäytöt ovat kuularuuvi ja trapetsikierreruuvi. Trapetsikierreruuvi soveltuu paremmin liikkeisiin, jotka eivät ole jatkuvia eivätkä vaadi suuria nopeuksia. Kuularuuvi taas soveltuu suurta tarkkuutta vaativiin tehtäviin sekä jatkuvan liikkeen tuottamiseen. Se koostuu kierteytetystä varresta, jossa on vierintäura

kuulalaakereille sekä kuulamutteri, joka pitää sisällään vierintäuran kuulalaakeriketjulle (ks. kuva 17).

Lineaariliike kelkkaan saadaan aikaiseksi kiinnittämällä moottorin akseli ruuviin akselikytkimellä. Moottoria ajettaessa liike välittyy ruuviin, jolloin se muuttaa pyörivän liikkeen lineaariseksi ruuvissa olevien kuulamutterin ja kuulalaakereiden avulla. Feston kuularuuvikäyttöillä päästään jopa $\pm 0,003$ mm toistotarkkuuteen ja 4 m/s nopeuksiin.
[16]



Kuva 17. Kuularuuvin poikkileikkauskuva

4 Demokaapin ehostus

Demokaappi on rakennettu alunperin vuonna 2006 Feston tiloissa sijaitsevaan demotilaan. Demokaapin pääasialliset käyttötarkoitukset liittyvät uusien laitteiden testaukseen sekä erilaisiin vianetsintätehtäviin. Näin henkilökunta pystyy puuttumaan erinäisiin kysymyksiin sekä ongelmiin ja selvittämään ne.

Demotilassa järjestetään myös koulutuksia omalle henkilökunnalle. Asiakastapaamisia ja koulutuksia pidetään demotilassa, silloin kun asiakkaalle on tärkeää saada tietoa tuotteesta käytännössä dokumentoinnin lisäksi. Demokaapin avulla asiakkaalle on helppo esitellä fyysisesti uusi tuote ja sen toimintatapa käytännössä.

4.1 Lähtötilanne ja ongelman kuvaus

Demokaappi koostuu kolmesta eri osasta, jotka ovat servokäyttö-, ohjaus- ja paineilmalaitteistokaappi. Kaapeissa oleva sisältö on muuttunut ja kasvanut vuosien varrella. Lähtötilannetta kartoittaessamme päätimme keskittyä servokäyttö- sekä PLC-laitekaappeihin ja jättää paineilmalaitteikaapin lähestulkoon ennalleen.

Koska komponentit, kaapelit sekä oheistarvikkeet ovat olleet helposti irrotettavissa, on demokaapin käytön ongelmaksi muodostunut sen jatkuva muuntaminen erinäisiä käyttötarpeita varten. Kaapissa olevia komponentteja on lainattu kiiretapauksissa asiakkaille sekä esittelykäyttöön, jolloin demokaapin päätarkoitus on jäänyt varjoon.

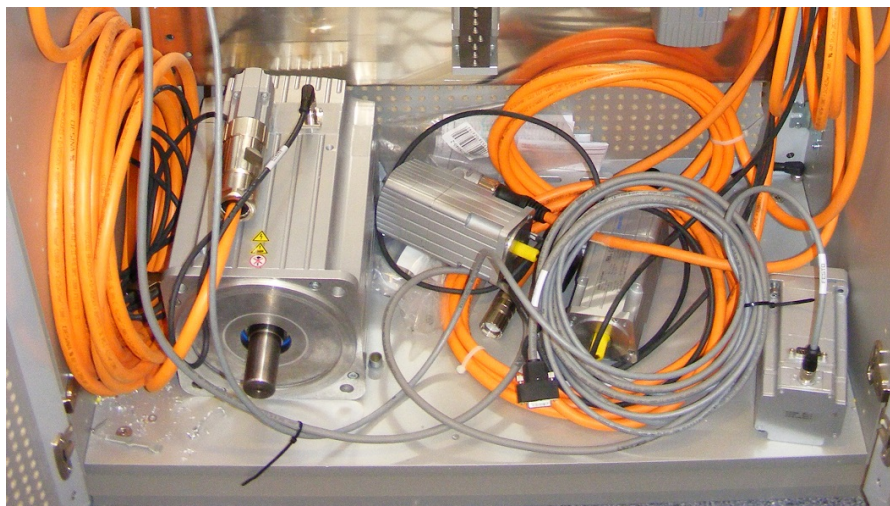
4.2 Muutoskohteet

Muutostöiden kohteet valittiin Juha Juhalan ja tuotepäälliköiden kanssa, koska he työskentelevät eniten demotilassa. Pääasiallisiksi muutoskohteiksi muodostuivat servomoottorien kiinnitys sekä kaapelien lyhennykset, yleiskaapeloinnin sekä kytkentöjen muokkaaminen, komponenttien siirrot pysyville paikoille, enable-katkaisijan lisääminen servokäyttökaappiin, uuden CMMO-servovahvistimen lisäys, TFT-kosketusnäyttö telineen rakentaminen sekä erinäiset merkinnät.

Muutostöitä tehtiin satunnaisessa järjestyksessä noin 8 tuntia viikossa usean kuukauden ajan, mutta niin että demotila oli käytettävissä koko ajan. Pienistä lisämuutoksista sovittiin tuotepäälliköiden kanssa.

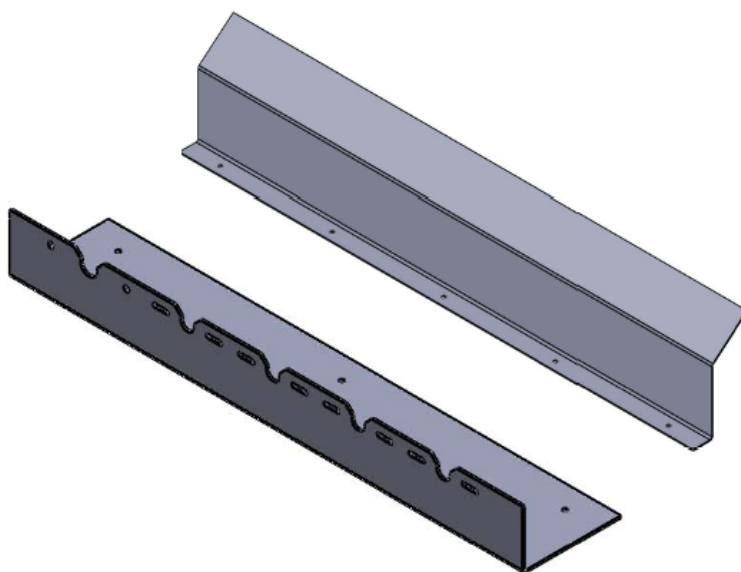
4.3 Ratkaisut

Servokäyttökaapin lattiatilassa sijainneet servot olivat ilman kiinnitystä. Lisäksi moottorikaapelit ja anturikaapelit olivat liian pitkät (ks. kuva 18). Aluksi suunniteltiin kiinnityslevy, johon servomoottorit kiinnitettäisiin, sekä kaapeleille tila, jossa ne olisivat piilossa.



Kuva 18. Servomootorit sekä kaapelit ennen työn toteutusta.

Kiinnityslevyn suunnittelu tapahtui SolidWorks-ohjelmistolla, ja Feston käyttämä metallipaja huolehti sen valmistamisesta. Kiinnityslevyn suunnittelussa oli huomioitava moottorien paino, kiinnitysmahdollisuudet, moottorikaapelien tilan tarve sekä moottorin tyyppikilven näkyvyys. Materiaaliksi valittiin 3 mm paksuinen alumiinilevy. Kiinnityslevyyn kiinnitettävien servomootorien koko ja tyyppi katsottiin servovahvistimien käyttötarkoituksen perusteella. Moottori- ja anturikaapelien suojalevynä käytettiin alumiinista taivutettua 1,5 mm levyä, johon kiinnitettiin harjaläpivienti (ks. kuva 19).

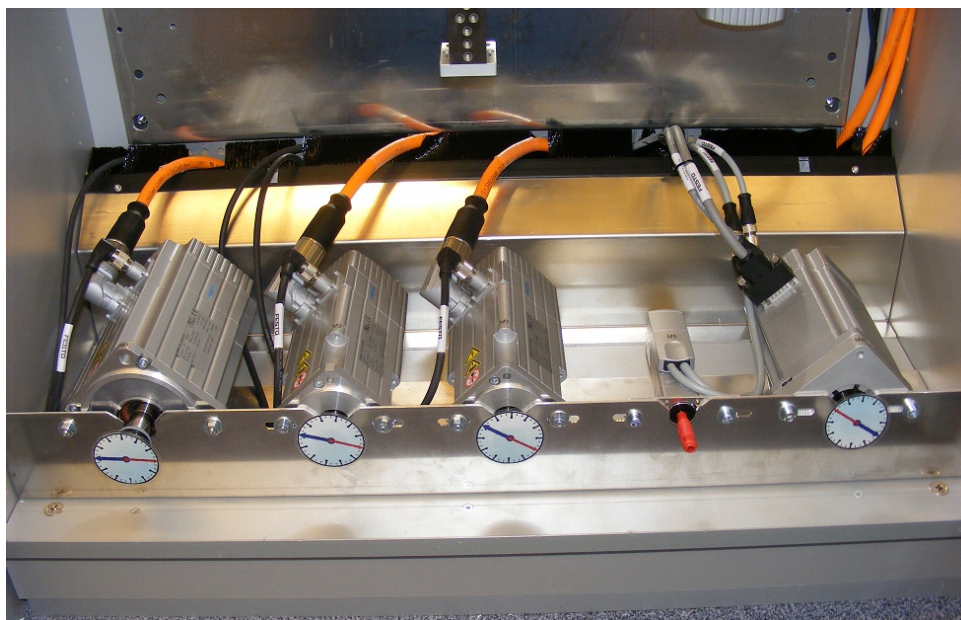


Kuva 19. Kiinnitys- ja suojalevyn 3D-kuvat.

Kiinnitys- ja suojalevyjen asentaminen kaappiin tapahtui ruuveilla. Kiinnityslevy suunniteltiin niin, että siihen on mahdollista lisätä erikokoisia Feston servomootoreita. Kiinnitettävät servomootorimallit olivat EMMS-AS-100-S-RS, EMMS-AS-70-M-RMB, EMMS-AS-70-M-RSB, EMMS-ST-2B-L-SEB ja askelmoottori EMMS-ST-87-M-ST. Moottorit kiinnitettiin tavallisilla pulteilla ja muttereilla kiinnityslevyyn (ks. kuva 20).

Kiinnityksen jälkeen moottorikaapelit lyhennettiin niin, ettei ylimääräistä kaapelia enää jäänyt kaapin sisään. Tällöin voitiin myös varmistua, ettei kaapeleita enää irrotettaisi kaapista muuhun käyttöön. Moottoriin kiinnitettävä kaapelinpää on tehtaalla kytketty ja suljettu pistoke, kun taas vahvistimen irroitettavalle riviliittimelle oleva kaapelinpää on auki. Häiriösuojatussa moottorikaapelissa on yhteensä kahdeksan johdinta. Kolme ensimmäistä johdinta on moottorin sähkönsyöttöä varten (U,V,W), joiden lisäksi on kaapelit jarrulle, lämpötila-antureille sekä maadoitus.

Anturikaapeleiden lyhentäminen olisi tuottanut häiriöitä käytössä, koska molemmat kaapelien päät ovat suljetut ja herkäät muutoksille. Lyhyimmille välimatkoille päätettiin tilata uudet kaapelit, mutta muuten käytettiin vanhoja kaapeleita. Tilaus tehtiin Feston omalta tehtaalta Saksasta. Lopuksi servomootorien akseleihin lisättiin havainnointia helpottavat pyörimisindikaattorit.

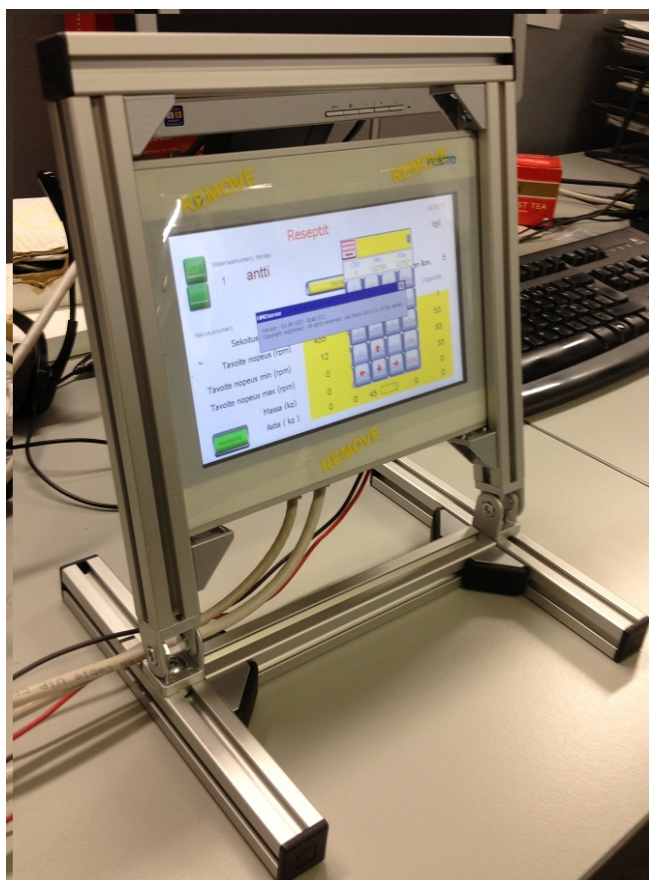


Kuva 20. Servomootorit valmiina käyttöön.

Demokaapin sähkönsyöttö on toteutettu voimavirtapistokkeella, joka on kytketty PLC-kaapissa olevaan kytkentäkoteloon. Kytkentäkotelo sisältää kaappien sähkönsyöttöön tarvittavat komponentit, sulakkeet, releet ja vikavirtasuojaimet.

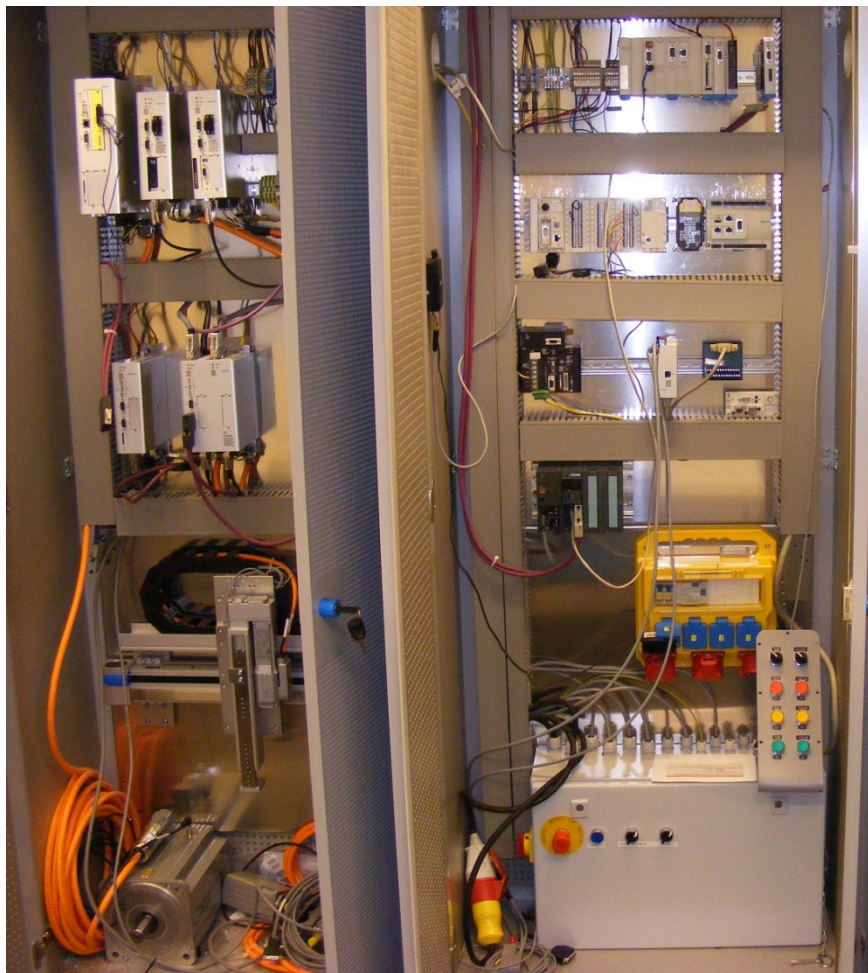
Servokäyttökaappiin lisättiin hätä-seis-kytkin enable-toiminnon katkaisemiseksi. Hätä-seis-kytkin katkaisee 24 voltin enable-toiminnon sähkösyötön servovahvistimelta, jolloin varsinaiset sähköt jäävät päälle, mutta servomoottori pysähtyy eikä vapaudu ennen kuittausta. Koska kyse on demotilasta, jossa työskentelee vain ammattihenkilöitä on tämä ratkaisu riittävä turvaamaan erilaiset vahingot esimerkiksi vaatteiden jäädessä moottorin akseliin kiinni sen pyöriessä.

TFT-kosketusnäytölle rakennettiin teline, jotta käyttö helpottuisi. Ennen kosketusnäyttö oli ilman telineettä pöydällä ja käyttö oli hieman vaivalloista. Saksan varastolta tilattiin tarvikkeet telineen rakentamista varten. Telineen toteutuksessa käytettiin IPM-PN-05-20X20-AL-alumiiniprofiilia sekä oheistarvikkeita. Kosketusnäyttö on helposti irroitettavissa telineestä kuusiokoloavaimen avulla (ks. kuva 21).



Kuva 21. TFT-kosketusnäyttö telineessä

Ennen työn aloitusta oli yleiskaapelointia tehty vuosien varrella erilaisilla kaapelimalleilla sekä riviliittinkytkenät olivat kaikki käytettyinä. Kyseessä on demokaappi, joten ei ole kannattavaa tehdä pyviä muutoksia kaikkiin kaapelointeihin, koska tällöin kaapin muuttaminen eri tarkoituksiin on vaikeaa. Seuraavat kaapelit jätettiin irralleen, Ethernet, I/O, profibus ja CANbus (ks. kuva 22).



Kuva 22. Servokäyttökaappi sekä PLC-kaappi ennen työn aloitusta.

Yleiskaapelointia muokattiin sitä tarvitsevista kohteista, joita oli mm. servovahvistimien sähkönsyöttö. Alunperin se oli toteutettu MMJ-kaapelilla. Riviliittimiä lisättiin, sekä kaapelikouruissa olleet ylimääräiset kaapeloinnit poistettiin. Servokäyttöjen kaapelit olivat vienneet ennen ison tilan kaapelikouruista, joten lyhentämisen jälkeen tilaa jäi enemmän.

Servokäyttökaappiin lisättiin uusi CMMO-ST-C5-1-DIOP-servovahvistin sekä servomoottori. CMMO-servovahvistinratkaisu on aivan uutta teknologiaa, joka tulee

olemaan esittelykäytössä varmasti tulevaisuudessa. Vahvistimen avulla voidaan servomootoria ohjata Internet Explorer -selaimen avulla kiinnittimellä vain Ethernet-kaapeli tietokoneen ja servovahvistimen väliin.

Kaappien väliin oli jo alkuperäisesti rakennettu kenttäväylä, jossa oli rinnakkain Profibus- sekä CAN-väylät. Kaapelikouruun on mahdollista piilottaa toinen kenttäväylästä, riippuen käyttötarkoituksesta (ks. kuva 23).



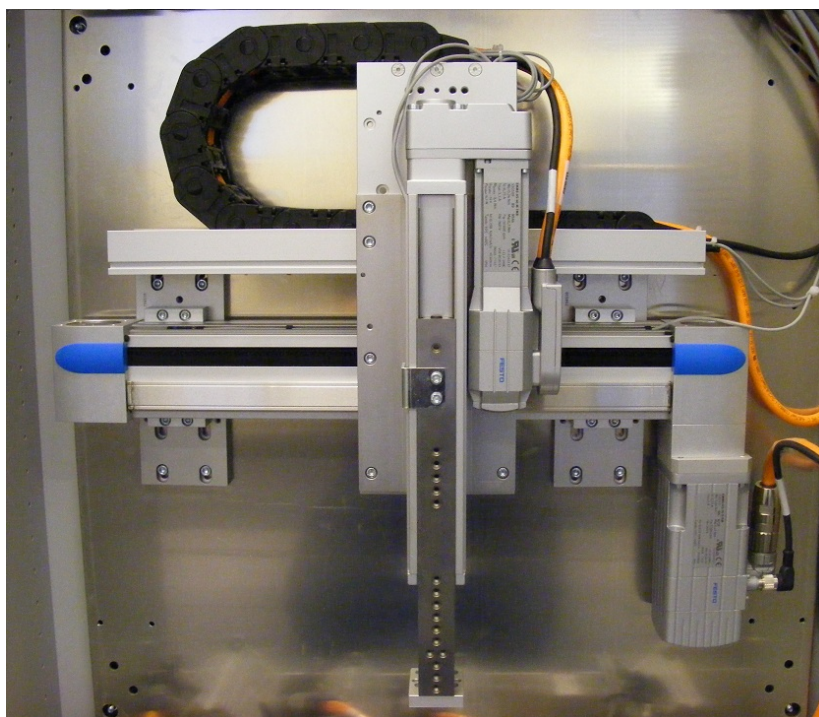
Kuva 23. Valmis servokäyttökaappi sekä PLC-kaappi

5 Manipulaattorin ohjaaminen

Työssä manipulaattorin ohjausta tutkittiin monelta eri tasolta. Manipulaattoria ohjattiin konfigurointivaiheessa suoraan servovahvistimilta, sillä hienosäätö tapahtuu tältä tasolta. CPX-CMXX-ohjausmoduuli konfiguroitiin ja sillä ohjattiin manipulaattoria oman ohjelmistonsa kautta. CECX-X-M1-liikkeenohjaimella simuloitiin automaation ylintä ohjaustasoa.

5.1 Laitteiston käyttöön tutustuminen

Demokaappien ehostuksen jälkeen siirryttiin käytettävän järjestelmän tutustumiseen. Manipulaattorin kokoonpano kartoitettiin, mikä tarkoitti lineaarijohteiden ja servomootorien tyyppien selvittämistä. Tämä osio oli helppo, koska kaikki tarvittava tieto on helposti saatavilla tyyppikilvistä. Y-suunnan hammashihna EGC-80-300-TB-KF-0H-GK on manipulaattorin vaakasuunnassa kulkeva lineaarijohde, jonka voimanlähteenä toimii EMMS-AS-70-S-RM-servomootori. Z-suunnan kuulalaakeriperiaatteella toimiva lineaarimoduuli on EGSL-45-200 minislide, jonka voimanlähteenä toimii EMMS-AS-40-M-TMB-servomootori (ks. kuva. 24).



Kuva.24 Työssä käytettävä YZ-manipulaattori

Servovahvistin, jolla manipulaattoria ohjataan, on CMMD-AS-C8-A3. Kyseinen servovahvistin eroaa tavallisesta niin, että se sisältää kaksi servovahvistinyksikköä samassa kotelossa, joten se on erittäin käytännöllinen YZ-manipulaattorin ohjaukseen. Konfigurointi tapahtuu kuitenkin samaan tapaan kuin tavallisessa servovahvistimessa.

Aikaisemmin mainitut CECX-X-M1-liikkeenohjain ja CPX-CMXX-ohjausmoduuli huolehtivat manipulaattorin ohjauksesta. Profibus-kenttäväyläkaapeli kytketään CECX-X-M1-logiikan ja CPX-FB13-moduulin väliin ja liittimen päätevastukset aktivoidaan.

CPX-CMXX-ohjausmoduuli välittää tiedon CAN-kenttäväylän avulla servovahvistimelle. Demokaappi sisälsi jo valmiit kaapelit, mutta liittimien kytkennät uusittiin kulumien takia. CAN-kenttäväyläkaapelit on asennettu kaappiin niin, että kaikkiin servokäyttökaapissa oleviin servovahvistimiin saa kytkettyä väylän samaan aikaan. Vaihtoehtoisesti tämän olisi voinut toteuttaa Profibus-kenttäväylällä.

5.2 Käyttöönotto

Kytkeäntöjen ulkoisen tarkastamisen ja demokaapin sisällön selvittämisen jälkeen voitiin siirtyä käyttöönottovaiheeseen. Tässä vaiheessa oli aika asentaa tarvittavat ohjelmistot PC:lle, jolla järjestelmää käytetään, sekä määrittää laitteistojen konfiguraatiot ja yhteensopivuus muun laitteiston kanssa. Työssä käytettävät ohjelmistot, firmware-tiedostot ja plugin-tiedostot ovat kaikki ladattavissa ilmaiseksi, ilman lisenssivaatimuksia Feston omilta internet-sivuilta. Tiedostot löytyvät internetsivuilta Support-portaalin alta hakemalla laitteen tyypillä.

Ensimmäisenä Feston internetsivuilta ladattiin Festo Configuration Tool -ohjelma (FCT). FCT-ohjelmalla määritetään erilaisten laitteistojen konfiguraatiot sekä yleisasetukset ja voidaan suorittaa laitteiston testiajoa. Tässä tapauksessa FCT-ohjelmaa käytetään CMMD-AS-servovahvistimen ja CMXX-ohjausmoduulin konfigurointiin. Laitteistolle, jota halutaan konfiguroida ja käyttää, on ladattava plugin-tiedostot. Plugin-tiedostot löytyvät Feston internet-sivuilta käytettävän laitteiston hakemistosta.

Ohjelmoitavan logiikan ohjelmistona toimii CodeSys V2.3, joka asennettiin käytettävälle PC:lle. CECX-X-M1-liikkeenohjaimen käyttö vaatii Target Support -pakettin, joka

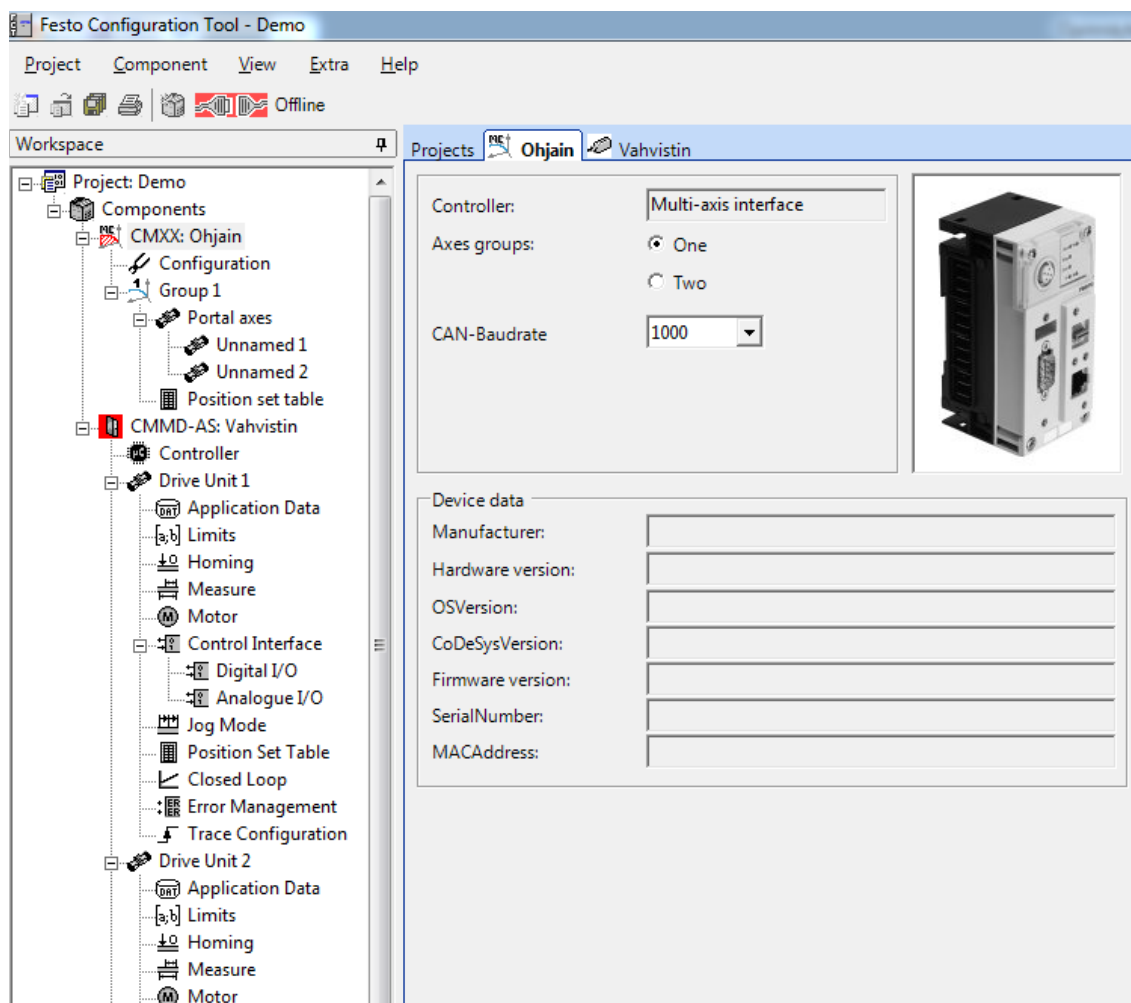
asennetaan Codesys-ohjelmiston Install Target -apuohjelman avulla. Tällöin Codesys-ohjelmisto tunnistaa automaattisesti käytettävän järjestelmän.

5.2.1 Servovahvistimen konfigurointi

Tavallisesti projektin alussa on tieto siitä, minkälaisen järjestelmän asiakas haluaa. Laitteiston oikein mitoittamiseen ja määrittämiseen on Festolla oma ohjelma juuri servokäyttöä ja lineaarijohteiden mitoitusta varten. PositioningDrives-ohjelman avulla määritetään halutulle lineaarijohteelle sopiva servomoottori, servovahvistin sekä vaihde tarpeen mukaan. Työssäni oli tämä vaihe tehty jo aikaisemmin demokaapin rakennusvaiheessa, kun laitteistoa oli hankittu. Jotta saatiin selville laitteiston spesifikaatiot ja nimellisarvot, suoritetaan PositioningDrives-ohjelmalla manipulaattori järjestelmän mitoitus. (liite 1).

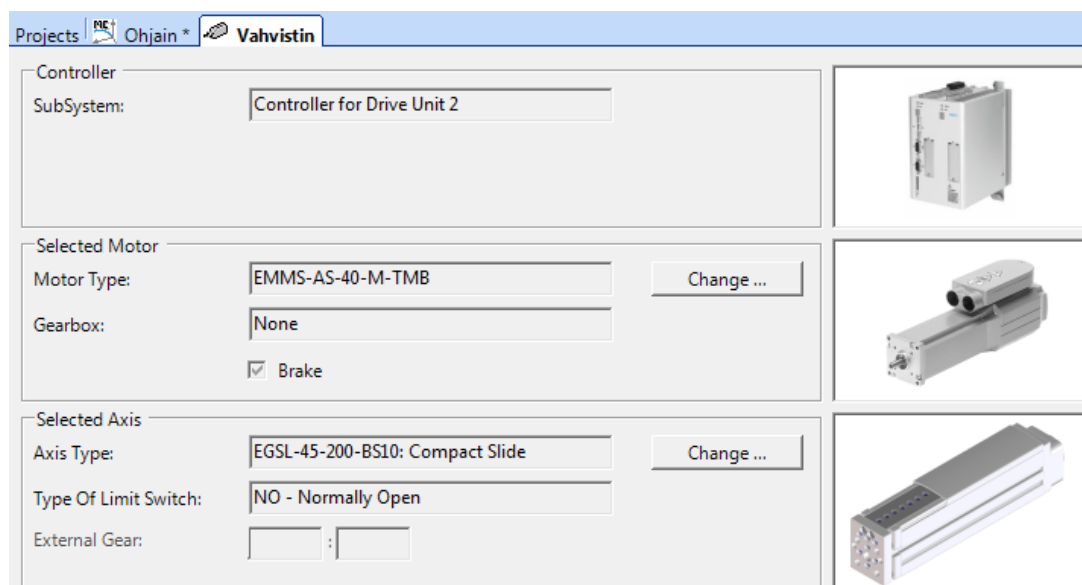
Servovahvistimen konfiguraation määrittäminen tapahtuu sarjaportti eli 0-modeemikaapelin avulla, joka kytketään servovahvistimen COM-porttiin ja usb-adapterin kautta tietokoneeseen. Jotta yhteys toimii, on määritettävä sekä tietokoneeseen että FCT-ohjelman sisällä, mitä COM-porttia käytetään.

Kun kaapeli oli kytketty, oli aika avata FCT-ohjelma. Ohjelman avauduttua valittiin uusi projekti, joka nimettiin halutulla tavalla. Nimeämisen jälkeen FCT kysyy käytettäviä komponentteja. Koska servovahvistimen sekä ohjausmoduulin plugin-tiedostot oli suoritettu käytettävälle tietokoneelle, olivat ne valmiina listassa, jonka FCT avasi. Komponenttilistaan lisättiin CMXX-ohjainmoduuli nimellä Ohjain sekä CMMD-AS-servovahvistin nimellä Vahvistin (ks. kuva 25).



Kuva 25. Aloitusnäky FCT-ohjelmistolla

FCT-ohjelmaa voi käyttää konfigurointiin offline-tilassa, jolloin varsinaista yhteyttä ei vielä tarvita. Konfigurointi aloitettiin Vahvistin-projektiin sisältyville komponenteille eli manipulaattorin servo-moottoreille ja lineaarijohteille. Aluksi määritettiin ohjausyksiköiden asetukset, joihin tärkeimpinä kuului servomoottorin ja lineaarijohteen malli, sekä käyttöasetukset ja nimellisarvot, sisältäen kuorman, nopeuden, kiihtyvyyden ja jarrutusarvot (ks. kuva 26). Kaikki arvot, joita muutettiin alkuperäisasetuksista, löytyivät Positon Drives -ohjelmalla tehdystä kokonaisuudesta. Ohjausliittymä vaihdettiin CANopen tyyppiseksi. Molempien ohjausyksiköiden asetukset käytiin läpi samaan tapaan.

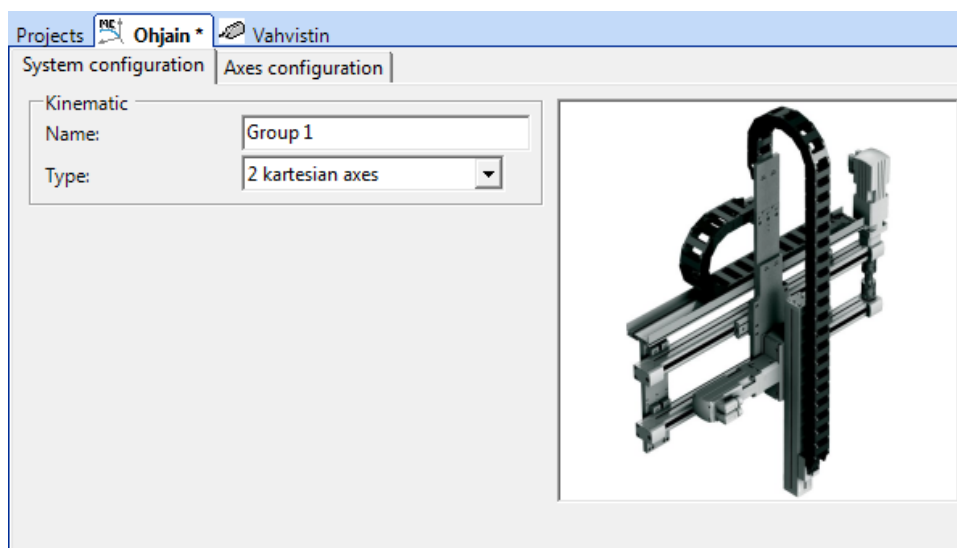


Kuva 26. Z-suunnan kokoonpanon määrittäminen FCT-ohjelmaan

Kun konfiguraatio oli käyty läpi, oli aika yhdistää servovahvistin ja tietokone. FCT-ohjelmasta valittiin FCT-interface ja valittiin haluttu COM-portti. Tietokoneeseen oli määritetty käytettäväksi samannumeroinen portti. FCT:n yhdistäminen tietokoneeseen tapahtuu yksinkertaisesti offline-tilasta online-tilaan siirtymiseen. Kun yhteys oli toimiva, online-tila indikoi vihreänä. Konfiguraatio ladattiin servovahvistimeen ja laitteistoa testattiin FCT-ohjelman avulla. Testausominaisuus onkin sen tärkein tehtävä, kun paikoitetaan järjestelmää ja määritetään asetuksia käytettävään sovellukseen.

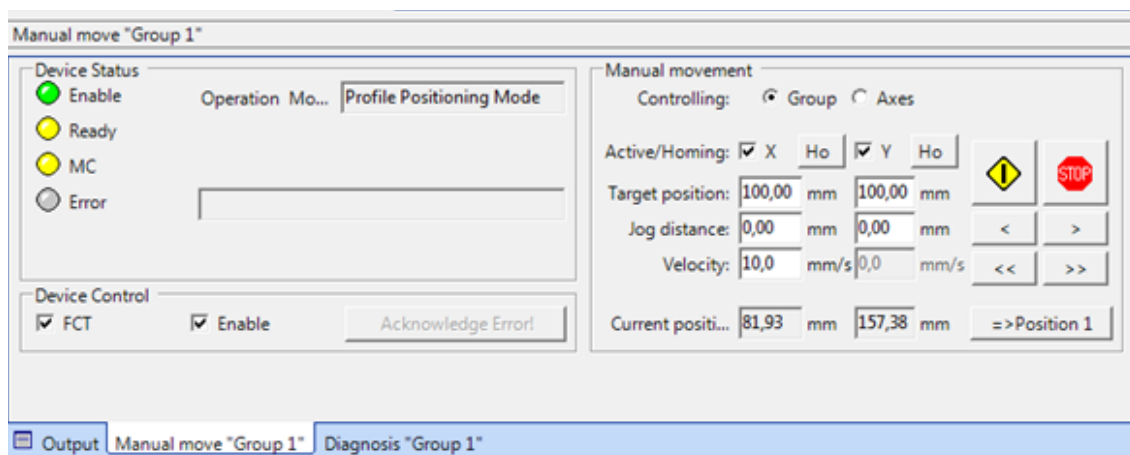
5.2.2 CPX-CMXX-ohjausmoduulin konfigurointi

CMXX-ohjausmoduulin konfiguraation määrittäminen aloitetaan muuttamalla asetuksiin, millaista lineearijohderyhmää käytetään sekä mitä liikesuuntia sillä ajetaan. Seuraavaksi vuorossa on määrittäminen samoilla arvoilla, joita käytettiin jo servovahvistimen konfiguraatiossa, koska ohjausmoduulin tarvitsee olla tietoinen ohjaamansa järjestelmän koosta sekä sen suorituskyvystä (ks. kuva 27). Kun konfiguraatio on tehty, yhdistetään ohjausmoduuli tietokoneeseen Ethernet-kaapelin avulla. Tietokoneeseen on määritettävä saman alueen IP-osoite kuin CMXX-ohjausmoduulin käyttämä.



Kuva 27. Ohjattavan järjestelmän tyyppi

CMXX-ohjausmoduulin parhaita puolia on sen helppokäyttöisyys. Yhteyden muodostaminen tapahtui samaan tapaan kuin servovahvistimien konfiguroinnissa eli offline-tilasta online-tilaan. Kun yhteys oli saatu, oli aika testata kokoonpanon toimivuutta tähän asti. Download-toiminnolla ladataan tehty konfiguraatio FCT:n sisään. Ohjausmoduulia voi tämän jälkeen ajaa manuaalisesti omalla käyttöliittymällä (ks. kuva 28).



Kuva 28. Käyttöliittymä manuaaliseen ajoon

Ohjausmoduulin konfiguraatiossa on paikkatieto toiminto Position set table, jonka avulla voidaan tehdä liikerata, jota halutaan ajaa taulokkomaiseen ikkunaan. Käytössä olevan manipulaattorin tai lineaarimoduuliryhmän koko vaikuttaa laitteen liikeavaruuden kokoon, jolloin radan reuna-arvot on helppo hahmottaa. Position set table -toimintoon

voidaan määrittää liikevaruuden piste, nopeus, kiihtyvyys, hidastus sekä pyöristyssäde. Aina CMXX-ohjausmoduulia käytettäessä on haluttu liikerata kirjoitettava Position set table -toiminnon taulukkoon FCT:llä, tai se voi tulla ylemmän tason ohjauksella jonkin kenttäväylän avulla (ks. kuva 28).

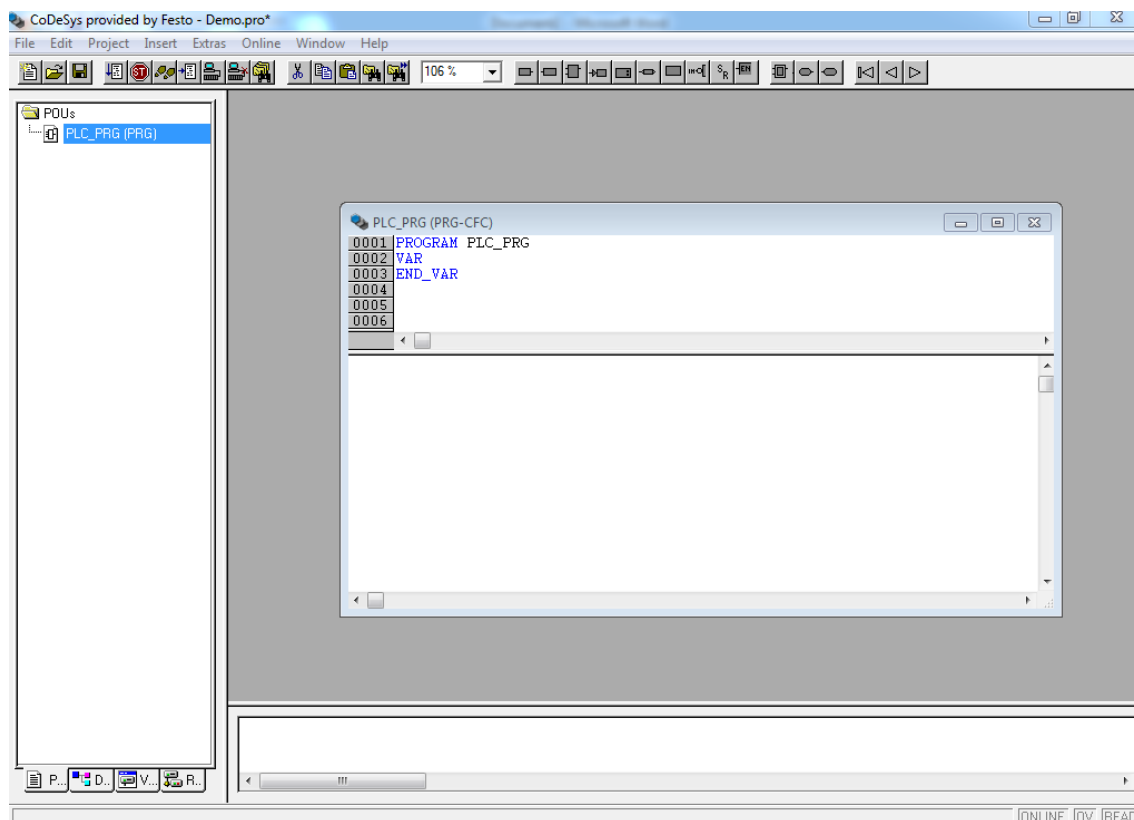
No.	Mode	X-Pos. [mm]	Y-Pos. [mm]	Vel. [mm/s]	Accel. [mm/s]	Decel. [mm/s]	Linkage	Delay [ms]	Smoot [mm]
1	absolut	10,00	80,00	150,0	1000	1000	2	0	0,0
2	absolut	80,00	160,00	150,0	5000	1000	3	0	30,0
3	absolut	200,00	5,00	150,0	1000	1000	4	0	30,0
4	absolut	250,00	80,00	150,0	1000	1000	5	0	30,0
5	absolut	200,00	160,00	150,0	1000	1000	6	0	30,0
6	absolut	80,00	5,00	150,0	1000	1000	7	0	30,0
7	absolut	10,00	80,00	150,0	1000	1000	1	0	0,0
8									
9									
10									
11									

Kuva 28. Position set table -toiminnon ikkuna

5.2.3 CECX-X-M1-liikkeenohjaimen konfigurointi ja ohjelman lataus

CECX-X-M1-liikkeenohjaimella simuloidaan tehtaan automaatiojärjestelmän ylintä kerrosta, josta varsinainen käskytyks tapahtuu. Kommunikointi tapahtuu Profibus DP -kenttäväylän avulla. Simulointi toteutetaan käyttämällä Feston omasta ohjelmakirjastosta haettua valmisohjelmaa, jossa on valmis rajapinta CMXX-ohjausmoduulille.

Ylimmän tason simulointia varten Codesys-ohjelmalla aloitetaan uusi projekti. Alussa valitaan projektille nimi sekä ohjelmointikieli (ks. kuva 29).

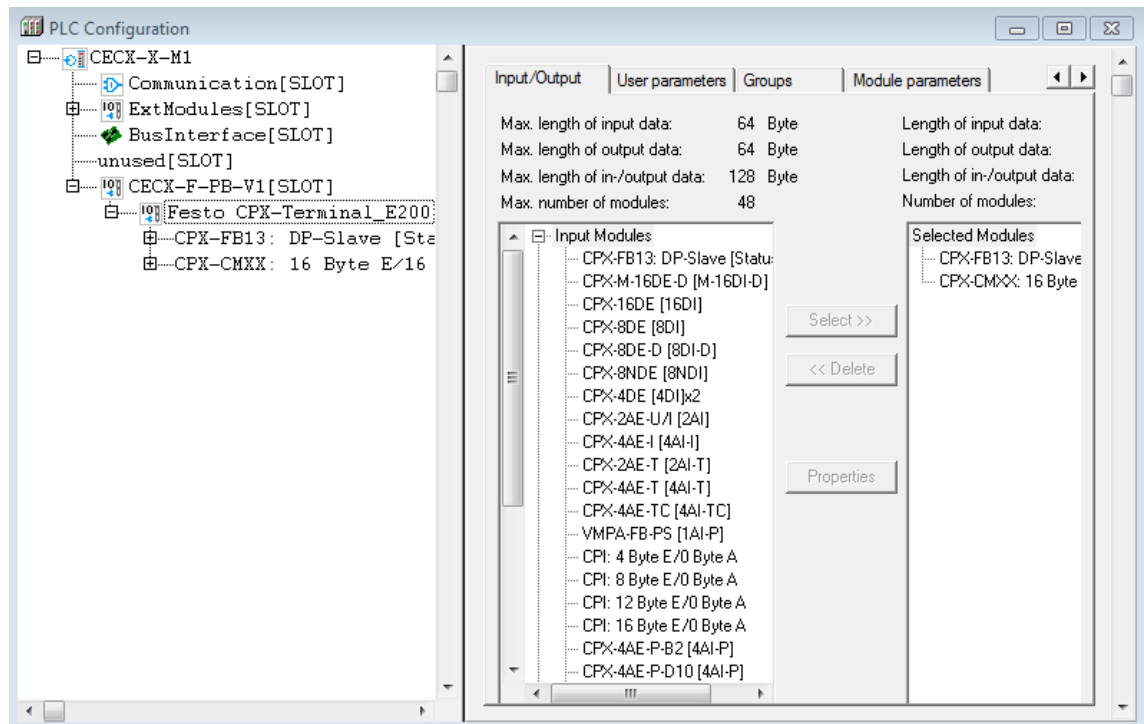


Kuva 29. Uuden Codesys-projektin aloitusnäky

Nimeämisen jälkeen laitteisto määritetään Codesys-ohjelmiston PLC-konfiguraatioon. (ks. kuva 30). Tässä projektissa määritettävä laitteisto koostuu seuraavasti:

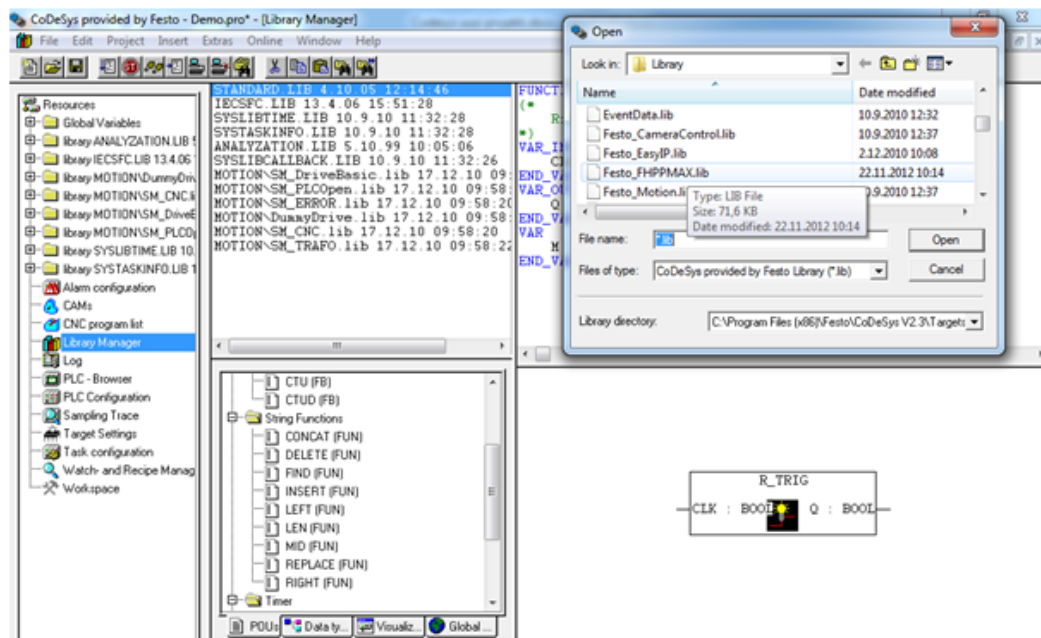
- PLC-prosessori CECX-X-M1
- Profibus-master lisäkortti CECX-F-FB-V1
- Modulaarinen profibus-slave CPX
 - Profibus-moduuli CPX-FB13
 - Ohjainmoduuli CPX-CMXX

Profibus-laitteille valitaan osoite sekä kommunikointinopeus. Kommunikointinopeudeksi asetetaan nopein mahdollinen 12000 kBits/s, lyhyen kaapeloinnin vuoksi.



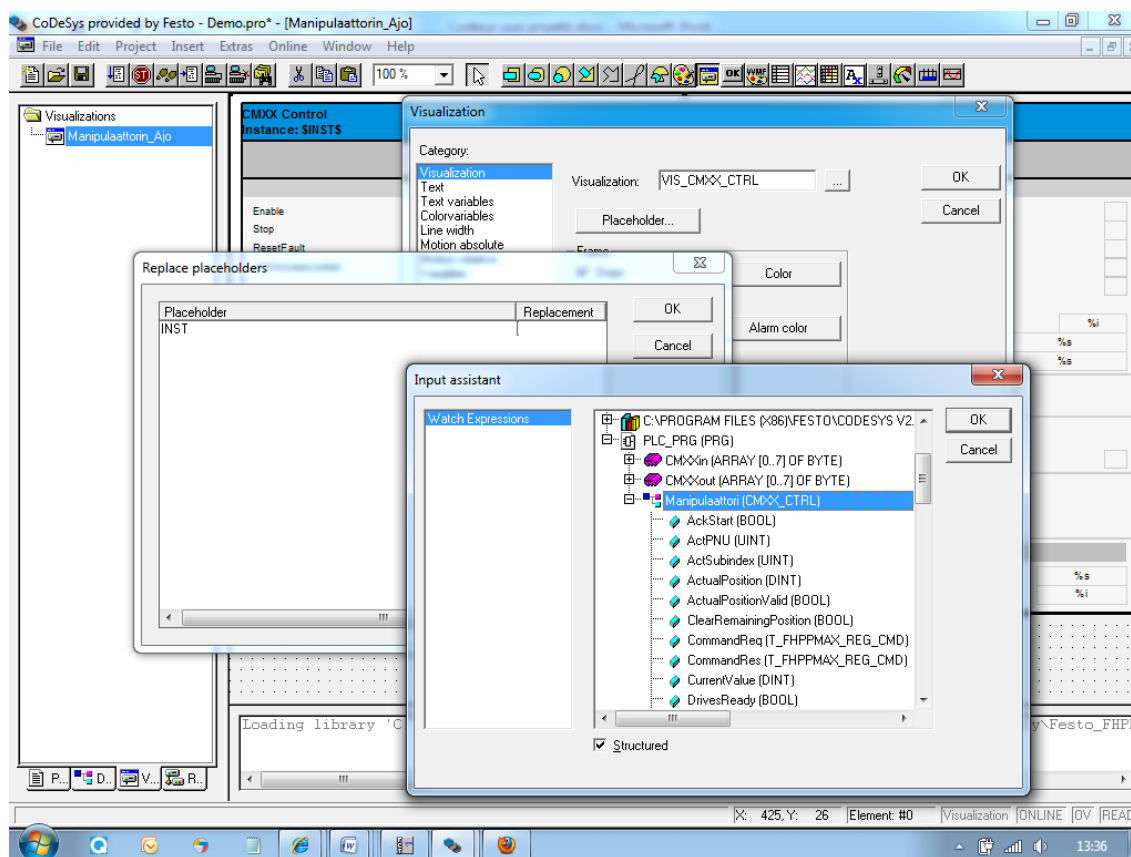
Kuva 30. Laitteisto määritettynä PLC-konfiguraatioon Codesys-ohjelmistossa.

Ohjelmakirjasto Festo_FHPPMAX.lib tuodaan Codesys-projektiin Library Manager -toiminnon avulla. Ohjelmakirjasto sisältää ohjelmamoduulin, jota kutsutaan PLC-ohjelmassa (ks. kuva 31).



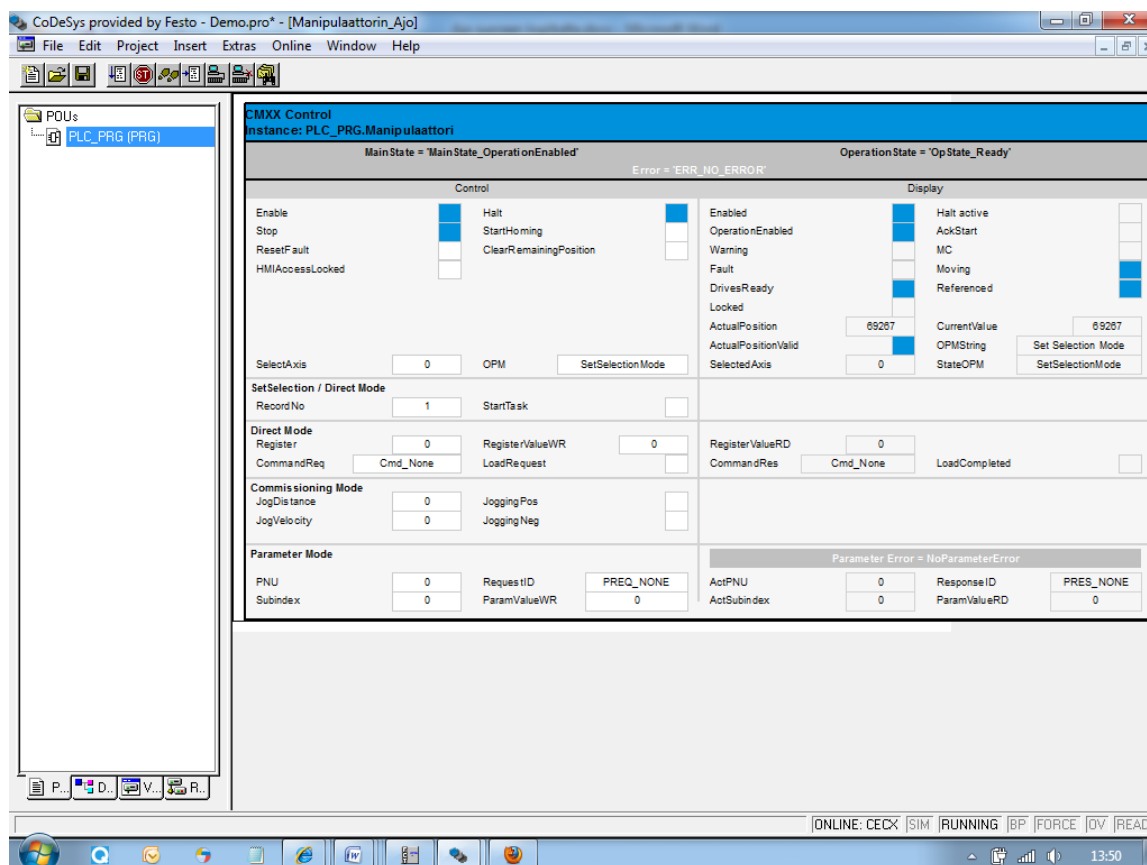
Kuva 31. Ohjelmistokirjaston tuonti

Lopuksi Codesys-ohjelmistolla luodaan käyttöliittymä Visualizations-projektikansioon, joka on tarkoitettu juuri käyttöliittymien luontia varten. Käyttöliittymän luontiin käytetään ohjelmakirjastopakettissa olevaa valmista pohjaa (ks. kuva 32).



Kuva 32. Käyttöliittymän luonti.

Valmis käyttöliittymä on helposti ymmärrettävä ja selkeä. Ohjaaminen tapahtuu ilmoittamalla käyttöliittymään, mistä CMXX-ohjausmoduulin Position set table -toiminnon pisteestä halutaan ajaa. Käyttöliittymän kautta on hallittavissa ohjaustiedot sekä tilatiedot (ks. kuva 33).



Kuva 33. Codesys käyttöliittymä manipulaattorin ohjaamiseen.

5.3 Käyttöohjeiden laatiminen

Projektin pohjalta on laadittu käyttöohjeet henkilökunnan itseopiskelu- ja asiakasesittelytarkoitukseen, ja niitä on tarkoitus hyödyntää demotilassa. Käyttöohjeet on toteutettu vaiheittain ja mahdollisimman yksinkertaisesti ja lyhyesti. Tavoitteena oli toteuttaa selkeät ohjeet avuksi myyntihenkilöille, jolloin niitä voidaan käyttää hyödyksi asiakastyössä. Ohjeiden avulla voidaan käytännönläheisesti esitellä CPX-CMXX-ohjausmoduulin toimintaa manipulaattorin avulla.

Käyttöohjeiden laatimisesta ja sen sisällöstä sovittiin toimeksiantajan kanssa. Demokaapissa olevat laitteistot konfiguroitiin niin, että käyttäjälle riittää pelkkä PC manipulaattorin ohjaamisen suorittamiseen.

6 Yhteenveto

Työ sai alkunsa tarpeesta antaa Feston omalle henkilökunnalle mahdollisuus käyttää ja tutustua uuteen teknologiaan itsenäisesti Feston omissa tiloissa. Koska erilaiset manipulaattoriratkaisut ovat tärkeässä osassa Feston kehitystä markkinoilla, sopi CMXX-ohjausmoduulin ja YZ-manipulaattorin käyttöohjeen laatiminen työhön täydellisesti. Lisäksi esille otettiin demokaapin ehostus, koska vuosien varrella demokaapin kunto oli heikentynyt ja komponentteja oli lainattu hätätapauksissa asiakkaille sekä erinäisiin koulutustilanteisiin.

Projekti aloitettiin kartoittamalla demokaappiin tehtävät muutokset sekä tekemällä suunnitelma siitä, mitä laitteistoa työssä tullaan käyttämään. Suunnittelu tehtiin yhdessä aktiivisesti järjestelmiä käyttävien henkilöiden kanssa.

Suunnittelun tuloksena työn kokonaiskuvaksi koostui kolmesta eri vaiheesta koostuva projekti. Työvaiheet olivat

- YZ-manipulaattorin ohjaus
- ohjeistuksen laatiminen
- demokaapin ehostus

Työ toteutui annettujen tavoitteiden mukaisesti. Alkupalaverissa sovitut muutokset tehtiin demokaappiin sekä joitain työn aikana tulleita ehdotuksia toteutettiin. Järjestelmään ja sen sisältämiin eri laitteistoihin tutustuminen tapahtui itsenäisesti sekä Feston henkilökunnan avustuksella.

Ohjeistus manipulaattorin ohjaamiseen oli suhteellisen selkeä toteuttaa uusien älyä sisältävien komponenttien avulla. Ohjetta testatessa saatiin varmuus siitä, että järjestelmä toimii käyttämällä ohjeistusta oikein ja suorittamalla vaadittavat tiedostot käytettävään PC:hen. Asiakkaan näkökulmasta Feston laitteiston yksinkertaisuus antaa sille suurta lisäarvoa tulevilla markkinoilla.

Lähteet

- 1 Festo. Verkkodokumentti. Festo AG & Co KG. www.festo.fi. Luettu 14.11.2012
- 2 Keinänen, Pentti & Kärkkäinen, Toimi. 2005. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka. WSOY, Helsinki.
- 3 Corley, Roxie. 2012. Automation Handbook. University Publications, Delhi.
- 4 Haastattelut Feston työntekijöiden kanssa. Kevät 2013. Vantaa
- 5 Modular controllers CECX. Verkkodokumentti. Festo AG & Co KG. http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_ENGB/PDF/EN/CECX_EN.PDF. Luettu 28.11.2012
- 6 ABB:n TTT-käsikirja 2000. Luettu 2.1.2013
- 7 Keinänen, Toimi – Kärkkäinen, Pentti – Lähetkangas, Markku – Sumujärvi, Matti. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. WSOY, Helsinki.
- 8 Love, Jonathan. Process Automation Handbook. 2007. Spirger-Verlag London Limited, UK.
- 9 Hietikko, Marita – Alanen, Jarmo – Tiusanen, Risto. 1996. Työkoneiden ja automaation CAN-väyläsovellusten turvallisuus. VTT OFFSETPAINO, Espoo.
- 10 Controller Area Network. Verkkodokumentti. CAN in Automation (CiA). <http://www.can-cia.de/index.php?id=46>. Luettu 23.01.2013.
- 11 Terminal CPX. Verkkodokumentti. Festo AG & Co KG. http://www.festo.com/net/fi_fi/SupportPortal/Downloads/84145/11478/cpx_en.pdf. Luettu 22.1.2013
- 12 Control block CPX-CMXX. Verkkodokumentti. Festo AG & Co KG. http://www.festo.com/net/fi_fi/SupportPortal/Downloads/84349/11836/cpx-cmxx_en.pdf. Luettu 5.1.2013
- 13 Keinänen, Toimi – Kärkkäinen, Pentti – Metso, Tommi – Putkonen, Kari. 2001. Koneautomaatio 2, Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Tummavuoren kirjapaino Oy, Vantaa.

- 14 Handling System Overview. Verkkodokumentti. Festo AG & Co KG.
http://www.festo.com/net/fi_fi/SupportPortal/Downloads/7585/16891/HandlingSystemOverview_en.pdf. Luettu 5.2.2012
- 15 Fonselius, Jaakko – Rinkinen, Jari – Vilenius, Matti. 1998.
Servotekniikka. Oy Edita Ab, Helsinki.
- 16 Festo internal training material. Torsten Goldammer. Luettu 3.1.2013

PositioningDrives –dokumentti

PositioningDrives-ohjelmalla saadut mitoitus tulokset manipulaattorin Z-liikesuunnan lineaarijohteelle

Positioning Solution proposal for positioning drives

FESTO

PositioningDrives

Version 2.0.11

27.2.2013



Axis: EGSL-45-200-B5-10P



Motor: EMMS-AS-40-M-TM

Controller: CMMS-AS-C4-3A-G2
Power section: 230 V AC

Technical data		Load calculated from:		
Axis technology	Ball screw	Usable length	Required	Possible
Guide	Ball cage		200,000 mm	200,000 mm
Motor type	Servo AC			
Maximum ambient air temperature	25 °C	Repetition accuracy	0,500 mm	0,015 mm
Assembly position, Axis	Vertical	Maximum moving mass	1 kg	6 kg
	Upward movement 90 °	Additional external force	0,0 N	

This solution offers you the following

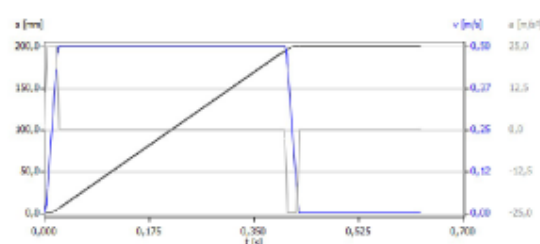
Travel time	0,425 s
Travel time + Dwell time	0,625 s
Dwell time	0,200 s
Maximum duty ratio	68 %
Load Axis	49 %
Load Motor	71 %
Load Guide	2 %

Dimensioning of the guide was done with the following basic data:

Assembly position, Axis Vertical

	Moving mass
Distance of load X	0,000 mm
Distance of load Y	0,000 mm
Distance of load Z	0,000 mm

Motion profile see diagram (Usable length, no time restriction)



Please ensure that the following dynamic values the dimensioning is based on do not exceed the limit values of your equipment: Speed: 0,500 m/s, Acceleration: 25,000 m/s², Deceleration: 25,000 m/s²

Festo does not guarantee the suitability of any equipment ordered pursuant to the use of this software for any particular purpose unless that purpose has been fully explained to Festo.

Moreover, this software should not be relied upon for the determination of any characteristics which can be otherwise independently verified.

Festo cannot be held liable for claims due to failure to achieve the calculated results, including the case of errors in calculation.

- The right to make changes is always reserved -

Positioning
Parts list



PositioningDrives
Version 2.0.11
27.2.2013

	Part No.	Amount	Unit	Order code 1	Item name	Stroke reserve
1	559336	1	PCS	EGSL-B5-45-200-10P	Mini slide	2 * 1,5 mm
2	543150	1	PCS	EAMM-U-D32-40A	Parallel kit	
3	550107	1	PCS	EMMS-AS-40-M-TM	Servo motor AC	
4	572986	1	PCS	CMMS-AS-C4-3A-G2	Controller	



Do not forget

Cable
Sensors
Assembly accessories

Axis	EGSL	Mini slide (Cantilever axis)	Motor	EMMS-AS	Servo motor AC
	B5	Ball screw		40	Flange size
	45	Size		M	Size, middle
	200	Stroke [mm]		T	Connecting terminal
	10P	Spindle pitch (10 mm)		M	Multi turn
				---	Without brake

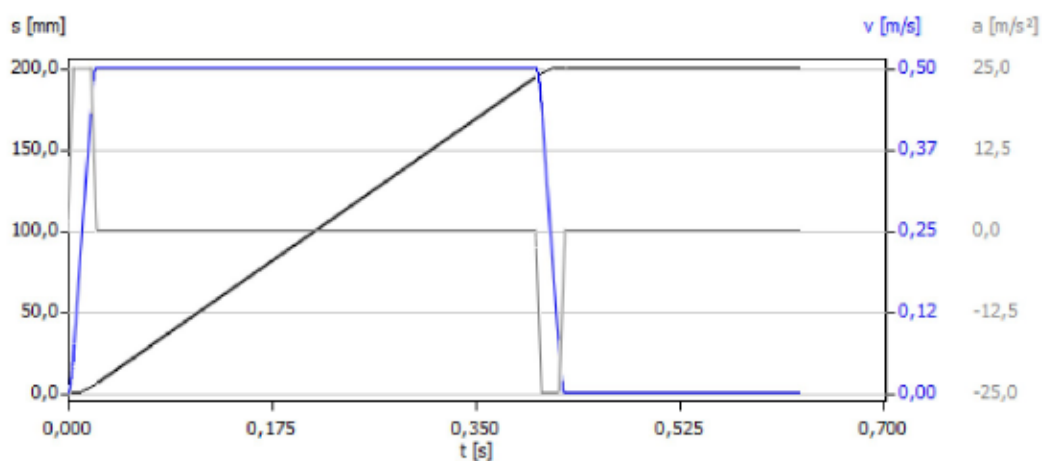
Positioning Results diagrams

FESTO

PositioningDrives
Version 2.0.11
27.2.2013

Motion profile Usable length, no time restriction

Total		Maximum	
Travel time	0,425 s	Speed	0,500 m/s
Travel time + Dwell time	0,625 s	Acceleration	25,000 m/s ²
		Deceleration	25,000 m/s ²
Dwell time	0,200 s		
Maximum duty ratio	68 %		



Positioning Dynamic data



PositioningDrives
Version 2.0.11
27.2.2013

Axis	
Type	EGSL-BS-45-200-10P
Calculated maximum speed	0,500 m/s
Calculated maximum acceleration	25,000 m/s ²
Required usable force	55,0 N
Service life: Calculated mean feed force (Spindle) 22,8 N	
Peak torque Spindle	0,20 Nm
Maximum spindle revolution	3000 rpm
Maximum jerk	4984 m/s ³
Displacement during emergency stop	5,000 mm
Deceleration Max. possible = 25,000 m/s ² (Worst case with "Calculated maximum speed")	
Controller: CMMS-AS-C4-3A-G2	
Motor	
Type	EMMS-AS-40-M-TM
Maximum motor revolution	3000 rpm
Acceleration torque	0,46 Nm
External torque + Friction	0,19 Nm
Root mean square of torque	0,18 Nm
Calculated maximum power	205,6 W
Root mean square of power	66,5 W
Calculated maximum current	1,3 A
Root mean square of current	0,5 A
Current for emergency stop	1,3 A
Mass moment of inertia	
Translatory	0,040 kgcm ²
Rotatory	0,079 kgcm ²
External moment of inertia with respect to motor	0,119 kgcm ²
Moment of inertia ratio	3,209

Positioning Product data



PositioningDrives

Version 2.0.11

27.2.2013

Axis	EGSL-BS-45-200-10P
Usable length	200,000 mm
Repetition accuracy	0,015 mm
Maximum moving mass	6 kg
(Vertical Upward movement 90 °, Limit for project planning)	
Usable force	150,0 N
(Limit for project planning, Upper limit of usable feed force, with spindles it is allowed only temporary. This value includes static portion of friction of the axis.)	
Maximum acceleration	25,000 m/s ²
Maximum speed	1,000 m/s
Mass moment of inertia	0,015 kgcm ²
(Translatory; Moving mass of axis)	
Spindle	
Feed constant	
Maximum torque	0,51 Nm
Mass moment of inertia	0,049 kgcm ²
Motor	EMMS-AS-40-M-TM
Rated speed (Voltage = 360 V)	10300 rpm
Rated torque	0,20 Nm
Peak torque	1,00 Nm
Rated current	0,6 A
Peak current	3,3 A
Mass moment of inertia	0,054 kgcm ²
Maximum ambient air temperature	40 °C
Controller	CMMS-AS-C4-3A-G2
Supply voltage	
Logic section	24 V DC
Power section	230 V AC
Intermediate circuit voltage	320 V DC
Rated current	4,0 A
Peak current	10,0 A
Braking resistance, integrated	240 Ohm

Käyttöohje

Feston henkilökunnalle tarkoitettu ohjeistus YZ-manipulaattorin ohjaamiseen CPX-CMXX-ohjausmoduuli avulla.

1

FESTO

Ohjeistus YZ-manipulaattorin ohjaamiseen CPX-CMXX-ohjausmoduulin avulla

1. Alkutoimet

- Tarkasta demokaappi kytkennöiltään ulkoisesti:
 - CANbus-väyläkaapeli on kiinni tupla servovahvistimessa ja CMXX-ohjausmoduulissa.
 - CMXX-ohjausmoduulille, sekä servovahvistimelle on tuotu sähkönsyöttö
- Kytke sähköt päälle PLC-kaapissa olevasta keskuksen pääkytkimestä. Varmista myös, että voimavirtapistoke on kytketty pistorasiaan.
- Kuittaa keskuksesta Reset-painonappi.

2. Ohjelmistot, Festo Configuration Tool (FCT)

- Ohjelmistojen ja plugin-tiedostojen asennuksen voi suorittaa kahdella eri tavalla:
 - Lataa Feston support portaalista seuraavat tiedostot haluamaasi paikkaan ja suorita ne käytettävälle PC:lle annetussa järjestyksessä (ks. kuva 1). Ohjelmistot ja plugin-tiedostot löytyvät hakemalla käytettävän laitteen tyyppillä:
 - CMMD-AS servovahvistin paketti sisältää FCT:n ja plugin-tiedoston. *Jos koneellasi on jo FCT, riittää että lataat pelkän plugin-tiedoston.
 - CMXX-ohjausmoduulin plugin-tiedosto.

Highlights	Product information [12]	Technical documentation [12]	Engineering software [1]	Firmware and drivers [8]	Wiki [0]
------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------

Description	Version	
FCT - Festo Configuration Tool	1.0.3.34	→ Commissioning
<input checked="" type="checkbox"/> Configuration and commissioning software for the motor controller: CMMD-AS <ul style="list-style-type: none">• FCT Plugin CMMD-AS v1.0.3.34	12.4.2012	→ File and language versions

FCT - Festo Configuration Tool CMXX-Plugin	1.2.1.8	→ Commissioning
<input checked="" type="checkbox"/> CMXX Plugin [V1.2.1.8] not including the prerequisites. To use this installation package the FCT software already has to be installed.		→ File and language versions

Kuva 1. Ladattavat tiedostot.

- Hae FCT ja plugin-tiedostot:
 - Q:/FiFesto/Dokumentit/Manuaaleja/CMXX_demo.
 - Haettuasi tiedostot suorita ne pyydetyssä järjestyksessä.
- Ohjelmistojen lataus on valmis.

3. Internet-asetukset

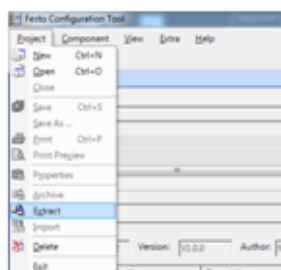
- Kytke ethernet-kaapeli tietokoneen ja CMXX-ohjausmoduulin välille.
- Muuta tietokoneen internet-asetuksia, niin että IP-osoite on kiinteä 192.168.2.33 sekä aliverkon peite 255.255.255.0 (ks. kuva 2).
- Polku internet-asetuksiin:
 - Control Panel -> Network and Sharing Center -> Change adapter settings -> Local Area Connection -> Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv6), Properties.
- Hyväksy muutokset ja sulje avatut ikkunat.



Kuva 2. IP-asetusten muuttaminen

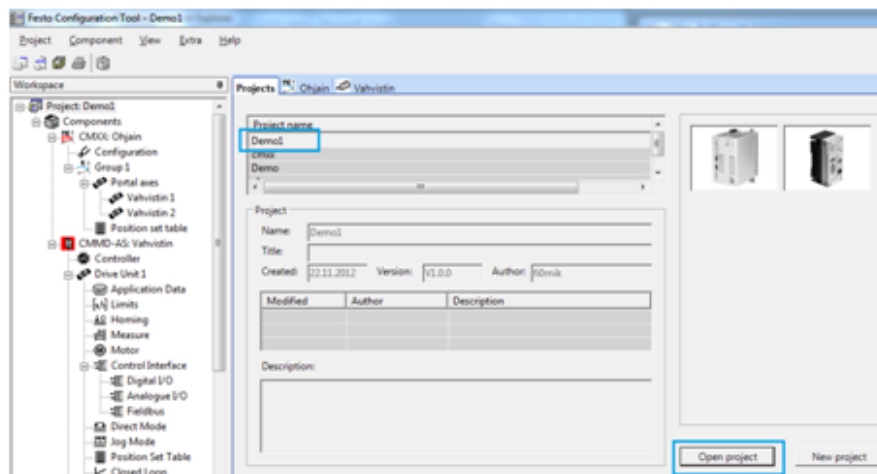
4. Aloitus, Festo Configuration tool.

- Avaa FCT-ohjelmisto käytettävällä PC:llä.
- FCT-ohjelmistoon on valmis konfiguraatio käytettäville laitteille, joten riittää että se haetaan ja avataan FCT:ssä
- Valmis konfiguraatio Demo1.zip löytyy:
 - Q:\FiFesto\Dokumentit\Manuaaleja\CMXX_demo.
 - Kopio tiedosto koneellesi haluamaasi paikkaan.
- FCT:ssä valitse Project -> Extract ja etsi Search toiminnolla juuri kopioimasi Demo1.zip ja avaa sen (ks. Kuva 3).



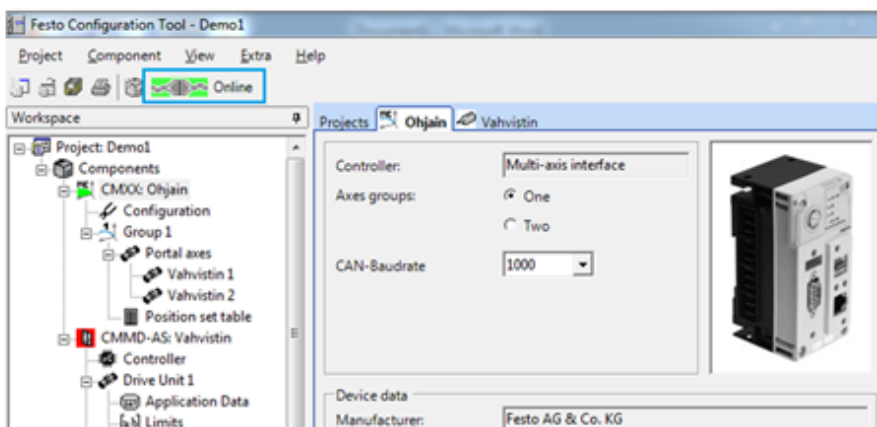
Kuva 3. Konfiguraation lisääminen FCT-ohjelmaan

- FCT:n suoritettua toiminnon on Demo1 lisätty FCT:n ohjelmakirjastoon. Avaa se ohjelmakirjastosta (ks. kuva 4).
- Konfiguraation avattuasi oikeaan laitaan ilmestyy laitteiston kokoonpano.
 - *Jos FCT avaamisvaiheessa ilmoittaa laitteistossa olevan eri konfiguraatio, valitse Download, jolla lataat Demo1 konfiguraation laitteistoon.
- Projekti on ladattu ja laitteisto on valmiina käyttöön.



Kuva 4. FCT näkymä avattaessa konfiguraatiota

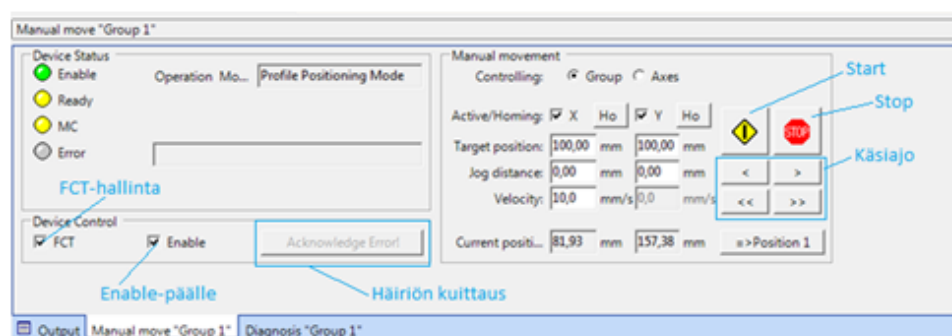
- FCT:n yhdistäminen CMXX- ohjausmoduulin tapahtuu Offline-kuvaketta painamalla, jolloin online-tila indikoi vihreänä Online-kuvakkeena (ks. kuva 5).
- Konfiguraatio on valmiiksi oikein asetettu, mutta voit tarkastella sitä tarvittaessa.
- *Jos yhteyden muodostaminen ei onnistu, tarkasta:
 - IP-asetukset
 - Ethernet-kaapelin kiinnitys
 - Demokaapin sähköistys



Kuva 5. FCT ja CMXX-ohjausmoduuli online-tilassa

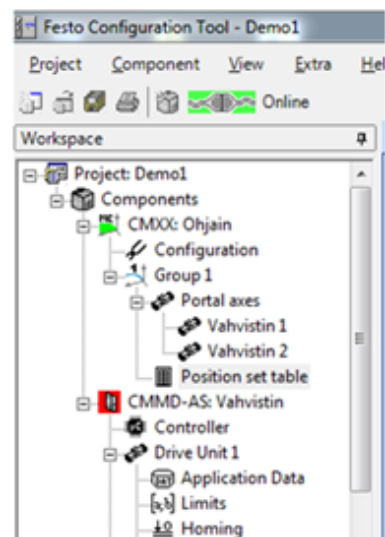
5. Manipulaattorin ohjaaminen

- FCT:llä on mahdollista ohjata haluttuja akseleita yhtä kerrallaan sekä laitteistoa kokonaisuudessaan.
- Laitteiston ohjaamiseen on FCT:ssä oma käyttöliittymä, Manual move "Group1", kyseisellä käyttöliittymällä voit ohjata käsiajolla sekä automaattisesti manipulaattoria.
- Manual Move:n valittuasi on ensin asetettava FCT:n Devise Control päälle, koska tällä FCT siirtyy hallitsemaan ohjausmoduulia. Lisäksi Enable-toiminto on laitettava päälle, jotta laitteistolla on lupa ajamiseen (ks. kuva 6).



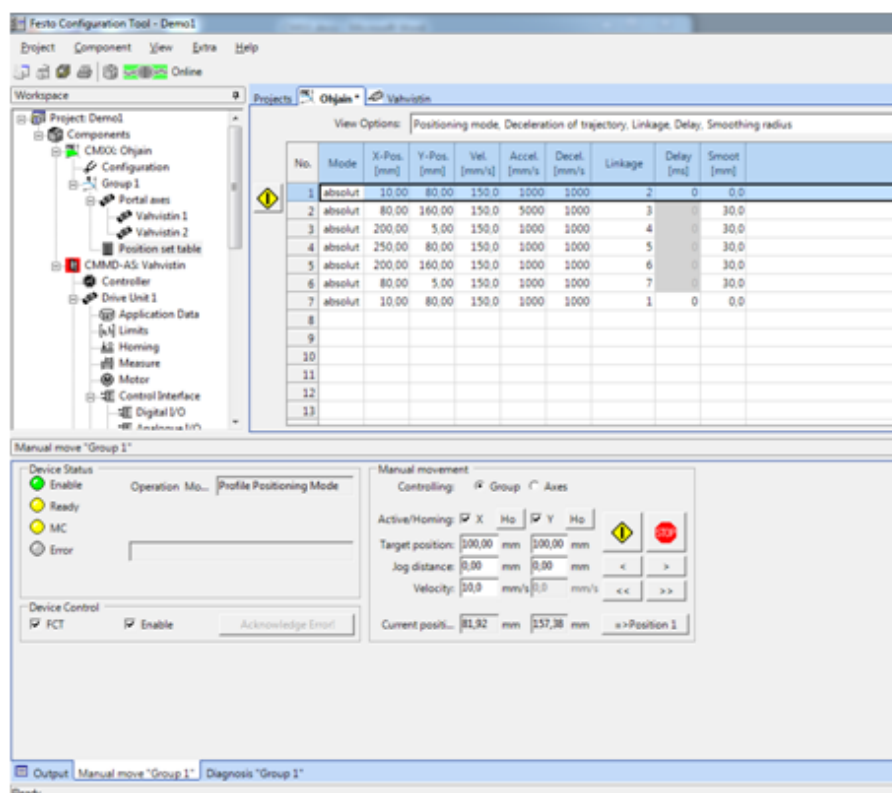
Kuva 6. Käyttöliittymä laitteiston ohjaamiseen.

- Jos FCT ilmoittaa jostain virheestä, kuitataan se Acknowledge Error-kuvakkeesta. Ellei virheen kuittaus auta, kuittaa keskuksen Reset-painike uudelleen.
- Automaattisesti ajettaessa käytetään FCT:n Position Set Table-toimintoa, johon haluttu ohjelma tehdään pistetekniikalla.
- Position Set Table löytyy CMXX:Ohjain konfiguraation alta (ks. Kuva 7).



Kuva 7. Position Set Table laitekonfiguraatiossa

- Position Set Table-toiminnon sisältämät parametrit:
 - Matka [mm]
 - Nopeus [mm/s]
 - Kiihdytys [mm/s]
 - Hidastus [mm/s]
 - Linkki [mikä piste seuraavaksi ajetaan]
 - Odotus [ms]
 - Pyöristys-säde [mm]
- Position Set Table-toiminnolla on mahdollista tehdä 1024-riviä pitkiä ohjelmia. Esimerkkinä yksinkertainen kahdeksikko YZ-manipulaattorilla (ks. Kuva 8).



Kuva 8. FCT perusnäköä ajattaessa ohjelmaa Position Set Table-toiminnolla

- Demo1 konfiguraatiossa on valmiina 3 erilaista valmista ohjelmaa, joilla manipulaattoria voidaan ajaa.
- Ohjaaminen tapahtuu valitsemalla haluttu aloitusrivi ja painamalla Start-kuvaketta. Stop-kuvakkeesta voidaan lopettaa ajo.
- Muutettaessa ohjelmaa, on se ladattava laitteistoon. Tällöin Enable-toiminto otetaan pois päältä ja valitaan Position Set Table-toiminnon oikeasta laidasta Download.
- Kun lopetat, muista palauttaa internet-asetukset automaattisiksi ja sammuta laitteisto.